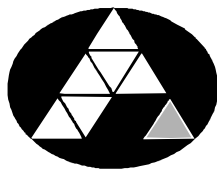


POHJOIS-KARJALAN AMMATTIKORKEAKOULU
Tietotekniikan koulutusohjelma

Niko Puuronen

ASUINKIINTEISTÖN LÄMMÖNJAKOKESKUKSEN ENERGIA-
HOKKUUDEN PARANTAMINEN LANGATTOMIA LÄMPÖTILAMIT-
TAUKSIA HYÖDYNTÄEN

Opinnäytetyö
Toukokuu 2011



POHJOIS-KARJALAN
AMMATTIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2011
Tietotekniikan koulutusohjelma

Karjalankatu
80200 JOENSUU
p. (013) 260 6800

Tekijä
Niko Puuronen

Nimeke
Asuinkiinteistön lämmönjakokeskuksen energiatehokkuuden parantaminen langattomia lämpötilamittauksia hyödyntäen

Toimeksiantaja
YIT Kiinteistötekniikka - Automaattioratkaisut

Energiatehokkuus on nykyään tärkeimmistä asioista, kun mietitään uusien rakennusten rakentamista tai vanhojen saneeraamista. Vanhoissa asuinkiinteistöissä energiatehokkuus ei aina ole kovin korkealla, joten saneerausten tarve on monissa kohteissa ilmeinen.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella ja toteuttaa rivitalokiinteistön lämmönjakokeskuksen automatiikan saneeraus. Yksi työn vaatimuksista oli energiatehokkuuden parantaminen. Energiatehokkuuden parantamiseksi työssä käytettiin huoneistoihin sijoitettavia langattomia lämpötila-antureita. Huonelämpötilamittauksista tuli yksi vaikuttava tekijä lämmitysverkoston säätöön.

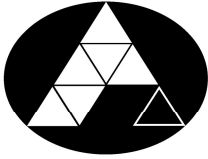
Kohteessa oli vanha automatiikka, josta säilytettiin uuteen järjestelmään käyvät osat. Käymättömät osat poistettiin tai korvattiin uusilla. Uudet järjestelmän vaatimat laitteet asennettiin järjestelmään. Uusi alakeskus kasattiin valmiiksi ja sen jälkeen asennettiin lämmönjakokeskukseen. Langattomat huonelämpötilalähettimet asennettiin paikoilleen huoneistoihin ja tämän jälkeen koko uusi järjestelmä otettiin käyttöön. Energiankulutuksen seuranta helpotettiin tekemällä järjestelmälle etäkäyttömahdollisuus Internetin kautta, jolloin järjestelmän toiminnan seuraaminen ja siihen vaikuttaminen sekä energiankulutusraporttien katselu on todella helppoa.

Uuden järjestelmän vaikutus energiankulutukseen on nähtävillä vasta vuoden päästä, jolloin kulutuksen mittaustietoja voidaan verrata vanhan järjestelmän kulutukseen. Kulutusta seuraa asiakkaan lisäksi toimeksiantaja, jolle tulokset ovat tärkeitä tulevan liiketoiminnan kannalta.

Kieli
suomi

Sivuja 56
Liitteet 4
Liitesivumäärä 13

Asiasanat
energiatehokkuus, lämmitys, saneeraus, langattomat verkot

 <p>NORTH KARELIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES</p>	<p>THESIS May 2011 Degree Programme in Information Technology Karjalankatu 3 FIN 80200 JOENSUU FINLAND Tel. 358-13-260 6800</p>	
<p>Author Niko Puuronen</p>		
<p>Title Improving the Energy Efficiency of Residential Building's Heat Distribution Center by Using Wireless Temperature Measurements</p> <p>Commissioned by YIT Kiinteistötekniikka - Automaatioratkaisut</p>		
<p>Nowadays energy efficiency is the main issue when planning new buildings and renovating old ones. When the old buildings were built hardly anybody paid attention to energy efficiency so it is important to renovate the old buildings to meet the standards of the present day.</p> <p>The purpose of this thesis was to plan and execute the renovation of an automation system of a heat distribution center. The objectives were to plan and build a new substation for the heat distribution center and to make it easier to investigate the system's performance and energy reports by making a remote user interface which can be operated over Internet. The long-term goal is to improve the energy efficiency of the heat distribution center and thus decrease its energy costs.</p> <p>At first the present system was examined. New plans were made based on the examination of the present system and the needs of the new system. The parts that did not fit the new system were replaced and the new parts that the new system needs were added. After planning, the new substation was assembled, the programmable logic controller was programmed and the remote user interface was made. In the end the new substation was installed to the target location and tested.</p> <p>The new substation is working fine and now it is easy to watch how the new system works and what kind of changes it makes to the energy efficiency in the future. The commissioner and the customer will monitor far into the future the results concerning the energy savings.</p>		
<p>Language Finnish</p>	<p>Pages 56 Appendices 4 Pages of Appendices 13</p>	
<p>Keywords energy efficiency, heating, renovation, wireless networks</p>		

Sisältö

1	Johdanto	8
1.1	Työn tavoitteet	8
1.2	Työn toteutus	8
2	Asuinkiinteistöjen lämmitys	9
2.1	Kaukolämpö	10
2.1.1	Kaukolämmitys Suomessa	11
2.1.2	Lämmöntuotanto Suomessa	12
2.1.3	Lämmönsiirto	13
2.2	Lämmönjakokeskuksen laitteet	14
2.2.1	Lämmönvaihtimet	15
2.2.2	Kiertovesipumput	15
2.2.3	Säätömootorit ja -venttiilit	16
2.2.4	Paisuntalaitteisto	16
3	Lämpötilamittaukset huoneistoissa	17
3.1	Langalliset mittaukset	18
3.2	Langattomat mittaukset	18
4	Järjestelmäkuvaus	19
4.1	Logiikka	21
4.2	IO-yksikkö	22
4.3	Anturit ja lähettimet	22
4.4	Toimilaitteet	23
4.5	Langattomien lähettimien tukiasema	24
4.6	Langattomat lähettimet	24
4.7	Järjestelmän muut laitteet	25
5	Järjestelmän toteutus	25
5.1	Suunnittelu	26
5.1.1	Laiteluettelo	26
5.1.2	Pistelista	27
5.1.3	Toimintaselostus	27
5.2	Laitteiden konfigurointi	28
5.3	Logiikan ohjelmointi	29
5.3.1	Logiikan alustus	30
5.3.2	Uuden aseman luominen	32
5.3.3	Modbus- ja M-Bus-verkon määrytykset ja pisteiden tuonti ohjelmaan	32
5.3.4	Käyttövesiverkoston säätö	35
5.3.5	Lämmitysverkoston säätö	35
5.3.6	Laskurit	38
5.3.7	Valaistusten ja poistopuhaltimien ohjaus	39
5.3.8	Hälytykset ja historiat	40
5.4	Käyttöliittymä	41
5.4.1	Etusivu	42
5.4.2	Lämmönjakokeskus	43
5.4.3	Erillisohjaukset	44
5.4.4	Energiankulutus	46
5.4.5	Käyttöliittymän muut toiminnot	47
5.5	Ensitestaus	47
5.6	Lämmönjakokeskuksen laitteiston asennus ja käyttöönotto	48
5.7	Jatkotoimenpiteet	51

6	Pohdinta.....	52
6.1	Ajatuksia työn tekemisestä	52
6.2	Työn onnistuminen	53
6.3	Mahdollisia jatkokehitystoimenpiteitä.....	54
7	Lähteet.....	55

Liitteet

Liite 1: Järjestelmäkaavio

Liite 2: Laiteluettelo

Liite 3: Käyttöohje FLTA

Liite 4: Käyttöohje TEFL

LYHENTEET

3G	Kolmannen sukupolven matkapuhelinverkko. Mahdollistaa suuremman bittinopeuden kuin edellisen sukupolven verkko.
DIN-kisko	Keskuksissa ja koteloissa käytetty standardoitu kisko, johon on helppo kytkeä riviliittimiä, vikavirtasuojakytkimiä ja kontaktoreita, sekä monia muita osia.
FLASH-muisti	Haihtumaton puolijohdemuistityyppi, jossa tiedot säilyvät jopa yli kymmenen vuotta virtojen katkaisemisen jälkeen.
GSM	Global System for Mobile Communications, eli niin sanottu 2G, on digitalisoitu matkapuhelinverkko, joka mahdollistaa datapuhelut, tekstiviestit ja pakettidatapalvelut.
IP-osoite	IP-address, Internet Protocol Address on jokaisella Internet-protokollaa käyttävän verkon laitteella oleva osoite, jolla laite yksilöi itsensä.
IO-yksikkö	Input/Output-yksikkö on hajautetun automaatiojärjestelmän laite, johon yhdistetään tulot ja lähdöt, eli esimerkiksi tilatiedot, ohjaukset, säädöt ja mittaukset. Yksikkö kytkeään logiikkaan väylää käyttäen.
LON	Local Operating Network, rakennusautomaatiossa käytettävä, Yhdysvaltalaisen yrityksen kehittämä kenttäväyläteknologia.
M-Bus	Meter-Bus on kaasun, sähkön ja muiden kulutustietojen lukemiseen käytetty väyläprotokolla.

MID	Master-ID, on Proidualin langattomassa verkossa käytettävän tukiaseman numero, jolla tukiasemat erotetaan toisistaan.
Modbus	Yleisesti käytetty, avoin sarjaliikenneprotokolla. Protokollasta on tehty Ethernet- ja sarjaporttiversiot.
NTC10k	Vastus, jonka resistanssi riippuu lämpötilasta ja jolla on negatiivinen lämpötilakerroin, eli lämpötilan noustessa vastusarvo pienenee. 25 °C:een lämpötilassa vastuksen nimellisresistanssi on 10000 ohmia.
PC	Personal Computer, tietokone.
RJ-45	Kierretyn parikaapelin yleisin liitintyyppi lähiverkoissa.
RS-232	Recommended Standard 232, on sarjaliikenteessä yleisesti käytetty standardi.
RS-485	Recommended Standard 485, joka tunnetaan myös nimillä TIE/EIA-485 ja EIA-485, on standardi, jonka ominaisuuksiin kuuluu pitkien väyläkaapeleiden vetoihin ilman suuria häiriöitä signaaleissa.
SID	Slave-ID, on Proidualin langattomassa verkossa käyttävän lähettimen numero, jolla lähettimet erotetaan toisistaan.
SIM-kortti	Subscriber Identity Module, on kortti, jota käytetään yleisesti matkapuhelimissa. Kortti sisältää suojattuja tietoja matkapuhelinliittymän tilaajasta.
TCP/IP	Transmission Control Protocol / Internet Protocol, on usean Internet-verkoissa käytettävän verkkoprotokollan yhdistelmä.

1 Johdanto

1.1 Työn tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena oli toteuttaa rivitalokiinteistön lämmönjakokeskuksen saneeraus, jolla haluttiin vähentää kiinteistön energiankulutusta. Saneeraukseen kuului lämmönjakokeskuksen automatiikan päivitys energiatehokkaampaan ja tarvittavien automaatiolaitteiden uusinta uuteen järjestelmään sopiviksi. Energiatehokkuutta oli tarkoitus parantaa tarkemmalla säädöllä, jota varten kiinteistön asuinhuoneistoihin asennettiin langattomia lämpötilamittauksia, jotka tulivat vaikuttavaksi tekijäksi lämmityksen säätöön.

Järjestelmän energiankulutuksen seuraamista helpottaa järjestelmälle tehty web-käyttöliittymä, jonka kautta kulutuksen seuranta onnistuu helposti Internetin kautta. Energiankulutusta seurataan asiakkaan ja toimeksiantajan toimesta pitkälle tulevaisuuteen, koska tulokset näkyvät vasta pitkällä aikajänteellä.

1.2 Työn toteutus

Toimeksiantaja opinnäytetyölle oli YIT Kiinteistötekniikka Oy - Automaatoratkaisut. Yrityksen juuret rakennusautomaation saralla ulottuvat vuosikymmeniä taaksepäin ja yritys on Suomen toiseksi suurin automaatiopalveluja tuottava yritys. Yrityksen pääasialliset kohteet ovat kuitenkin suuret rakennukset, hallit ja laitokset, joten tämän työn jälkeen kerättävät tulokset antavat yritykselle tietoa mahdollisesta laajenemisesta myös asuin- ja pienkiinteistöjen automaation saralle. Lisätietoa yrityksestä löytyy osoitteesta <http://www.yit.fi/palvelut/yritykset/kiinteistotekniikka>.

Opinnäytetyö tehtiin pääasiassa toimeksiantajan tiloissa. Toimeksiantaja hankki ohjelmointiin tarvittavat ohjelmat ja laitteet ja opasti tarvittaessa laitteiston ja niiden toiminnan osalta. Lämmönjakokeskuksen alakeskus koottiin ensiksi toi-

meksiantajan tiloihin testausta varten ja asiakkaan kanssa sovittuna ajankohtana alakeskus käytiin asentamassa kohteeseen ja järjestelmä otettiin käyttöön.

2 Asuinkiinteistöjen lämmitys

Ihminen viettää normaalisti noin 80 - 90 % ajastaan sisätiloissa. Siksi onkin tärkeää, että sisätilojen lämmitys on toimiva ja hyvin säädetty. Ihmisen fyysiseen ja henkiseen jaksamiseen vaikuttaa paljon lämpötila tilassa, jossa ihminen oleskelee tai työskentelee. Liian matalat tai korkeat lämpötilat heikentävät eri tavoin ihmisen suorituskykyä. (Suomen LVI-liitto ry 1999, 7 - 8.)

Liian korkea lämpötila johtaa usein turhaan uupumiseen ja suorituskyky heikkenee. Lisäksi korkea lämpötila voi olla vaarallista terveydelle. Jos huoneiston lämpötilaa pidetään turhaan liian suurena, nostaa se lämmityskustannuksia huomattavasti. Yhden asteen nosto sisälämpötilassa aiheuttaa jopa 5 %:n lisäkustannukset. Liian korkea lämpötila talvella aiheuttaa kuivuuden tunnetta iholla ja ärsytystä limakalvoilla. Tämän estämiseksi joissakin kiinteistöissä käytetään ilman kostutusta, joka taas aiheuttaa ongelmia kosteusvaurioiden ja hygienian saralla. Tutkimuksen mukaan sisälämpötilan nosto 20 - 21 °C:sta yli 24 °C:seen nostaa sisäilmaoireita 50 % (Suomen LVI-liitto ry 1999, 8.)

Matala sisälämpötila aiheuttaa vedon tunteen ja kangistaa lihaksia ja niveliä, mikä taas aiheuttaa esimerkiksi sorminäppäryyden heikkenemisen. Liian alhainen sisälämpötila voi olla vaarallinen sairaille ja vanhuksille, koska heille matala oleskelulämpötila aiheuttaa helposti kehon alijäähtymistä. (Suomen LVI-liitto ry 1999, 8.)

Sopiva sisälämpötila on henkilöstä riippuva. Esimerkiksi lapset ja vanhukset pitävät parempana hieman korkeampaa lämpötilaa. Työskenneltäessä asia on taas toisin. Mitä raskaampaa työtä tehdään, sen pienempi sisälämpötila on sopiva. Mieluisaan lämpötilaan ei vaikuta yksin ilman lämpötila, vaan myös pintojen lämpötila. (Suomen LVI-liitto ry 1999, 8.)

Vaikka ilman lämpötila olisi sopiva, voi olo tuntua epämiellyttävältä kylmän lattiapinnan vuoksi. Sopivaan lattiapinnan lämpötilaan vaikuttaa lattian materiaali, eli lattian lämmönjohtokyky. Esimerkiksi kivilattia, vaikka se on saman lämpöinen kuin kokolattiamatto, tuntuu jaloissa kylmemmältä kuin kokolattiamatto. Myös jos lämpötila vaihtelee yli 3 °C nilkkojen ja pään välillä, kokee ihminen lämpötilaeron epämiellyttäväksi. Lisäksi epämiellyttävän olon voi synnyttää huonjuva lämpötila, joka aiheutuu huonosta lämpötilan säädöstä. Huojunnan tulisi olla alle 0,6 °C tunnissa ja alle 4 °C päivässä. (Suomen LVI-liitto ry 1999, 8 - 9.)

Viihtyvyyteen vaikuttaa myös sisätiloissa tapahtuva veto. Vedon tunne syntyy siitä, kun ihmisen oma lämmöntuotto on pienempi kuin kehosta poistuva lämpöhäviö. Matalissa huonelämpötiloissa jo pienikin ilmavirta saa aikaan vedon tunteen. (Suomen LVI-liitto ry 1999, 10.)

Vedon tunne on jokaiselle ihmiselle yksilöllinen, mutta kaikille yhteinen herkkä kohta on niska. Yleisesti ottaen voidaan todeta, että vedon tunteen aiheuttaa liian matala lämpötila ja liian suuri ilman virtausnopeus. Siksi onkin tärkeää, että ilman lämpötila ei laske huoneistossa liian matalaksi ja että ilman liikkuminen minimoidaan. (Seppänen & Seppänen 1996. 21 - 22.)

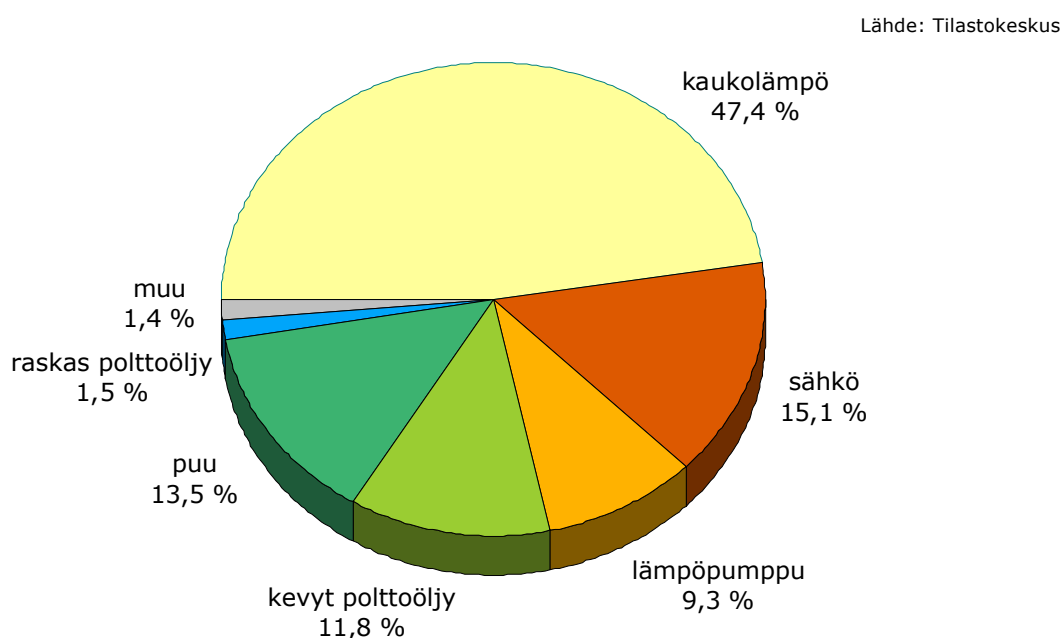
2.1 Kaukolämpö

Asuin- ja palvelurakennuksien lämmitysmuotoja on monia erilaisia, joista tällä hetkellä ylivoimaisesti eniten käytetty on kaukolämpö. Muita suosittuja lämmitysmuotoja ovat puu-, öljy- ja sähkölämmitys, joiden osuus on huomattavasti pienempi (Wilhelms 2010, 2).

Kaukolämpö tuotetaan kaukolämpövoimalaitoksissa tai kaukolämpökeskuksissa. Kaukolämpövoimaloissa syntyy samalla sähköä, jolloin puhutaan kaukolämmön yhteistuotannosta. Kun sähköä ja lämpöä tuotetaan yhtäikaa, saadaan polttoaineesta irti parempi hyötysuhde kuin erillistuotannossa.

2.1.1 Kaukolämmitys Suomessa

Vuonna 2009 Suomen asuin- ja palvelurakennuksista 47,4 % lämmitettiin kaukolämmöllä, kun taas seuraavaksi suosituimmat puu- ja sähkölämmitys jäivät noin 15 %:n markkinaosuuksiin (kuva 1) (Wilhelms 2010, 2). Kaukolämpöverkoon liitettyjä asuintaloasiakkaita oli 95600 ja 1,2 miljoonaa asuntoa, joissa asuu 2,6 miljoonaa asukasta. Voidaan siis sanoa, että kaukolämpö on Suomen suosituin lämmitysmuoto. Kaukolämmön suosio Suomessa on kasvanut tasaisesti aina 70-luvulta lähtien ja kasvu näyttää jatkuvan tasaisesti myös tulevaisuudessa. (Wilhelms 2010, 5 - 7.)

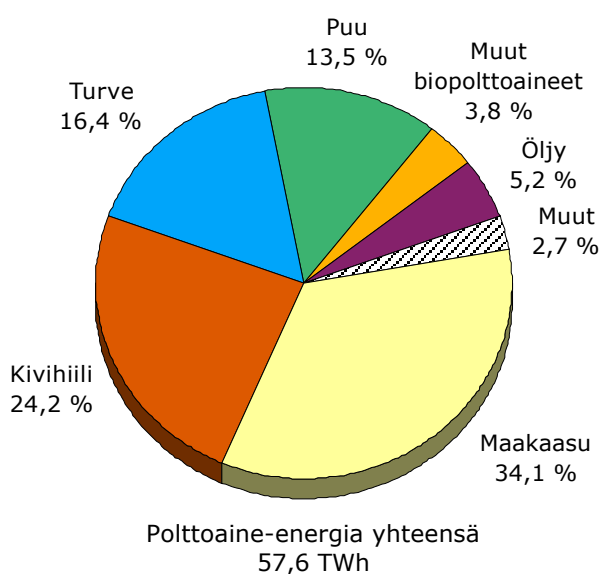


Kuva 1. Lämmityksen markkinaosuudet asuin- ja palvelurakennuksissa. (Wilhelms 2010, 2.)

Vuonna 2009 rakennetuista toimisto- ja liikerakennuksista ja asuinkerrostaloista yli 90 % lämmitetään kaukolämmöllä. Uusia kaukolämpöasiakkaita oli 4000 kappaletta, joista 67 % oli uudisrakennuksia, loput saneerauskohteita. (Wilhelms 2010, 5.)

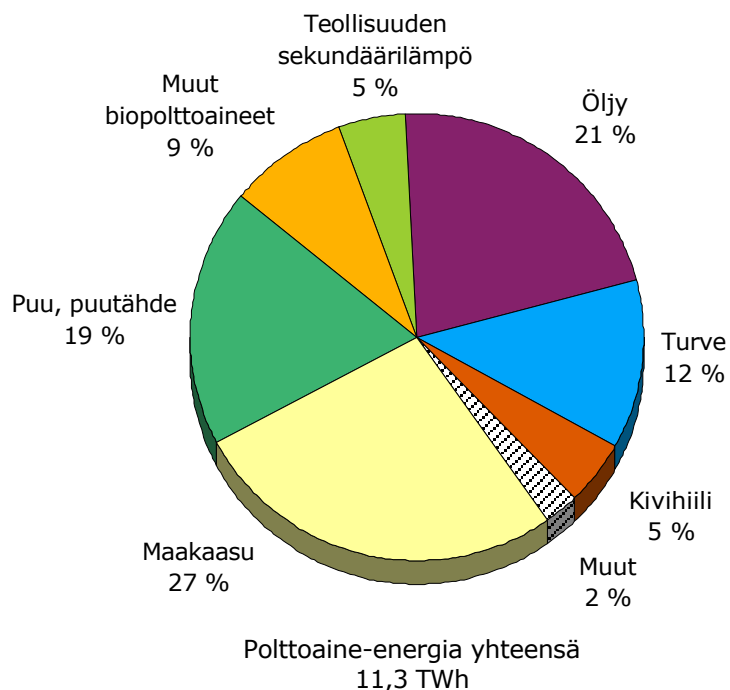
2.1.2 Lämmöntuotanto Suomessa

Suomessa tuotettiin kaukolämpöenergiaa vuonna 2009 yhteensä 34,6 TWh, joista 71,4 % tuotettiin kaukolämpölaitoksissa yhteistuotantona, jolloin syntyi myös sähköä ja 28,6 % erillistuotantona kaukolämpökeskuksissa, jolloin tuotettiin vain pelkkää kaukolämpöä (Wilhelms 2010, 13). Tuotetusta lämmöstä 55 % käytetään asumiseen, 10 % teollisuudessa ja 35 % muuhun tarpeeseen (Wilhelms 2010, 22)



Kuva 2. Kaukolämmön ja siihen liittyvän sähkön tuotantoon käytetyt polttoaineet vuonna 2009. (Wilhelms 2010, 13).

Kuten kuvasta 2 voidaan havaita, Suomen kaukolämpölaitoksissa käytettiin vuonna 2009 polttoaineita yhteensä 57,6 TWh, josta suurin osa (34,1 %) maakaasua. Muita käytettyjä polttoaineita ovat muun muassa kivihiili, turve, puu ja öljy. (Wilhelms 2010, 13.)

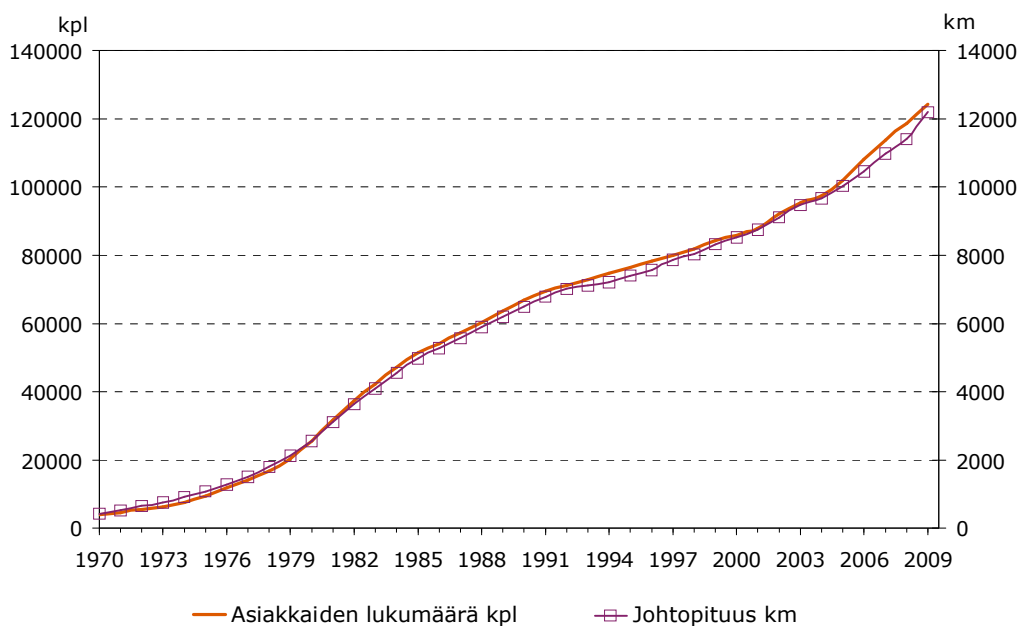


Kuva 3. Kaukolämmön erillistuotantoon käytetyt polttoaineet. (Wilhelms 2010, 14.)

Kaukolämmön erillistuotantoon käytettiin vuonna 2009 yhteensä 11,3 TWh polttoaine-energiaa, josta suurin osa saatiin maakaasusta (27 %). Erillistuotannossa käytettiin maakaasun lisäksi muun muassa öljyä (21 %), puuta (19 %) ja turvetta (12 %). (Wilhelms 2010, 14.)

2.1.3 Lämmönsiirto

Vuonna 2009 Suomessa oli noin 12000 kilometriä kaukolämpöjohtoa ja sen piirissä 120000 asiakasta (kuva 4). Kaukolämpöjohtojen yhteispituus on kasvanut tasaisesti aina 70-luvulta lähtien. (Wilhelms 2010, 7.)



Kuva 4. Kaukolämpöjohtojen pituus ja asiakkaiden lukumäärä. (Wilhelms 2010, 7.)

Kaukolämpövoimalassa tuotettu lämpö siirretään siirtojohtoa pitkin kulutusalueelle, jonka sisällä lämpö jaetaan jakelujohtoja pitkin liittymisjohtoihin, jotka siirtävät lämmön kiinteistön lämmönjakokeskukseen. (Seppänen & Seppänen 1996, 98.)

Johdot kulkevat yleensä kevyen liikenteen väylien, pientareiden ja asuntokatu-
jen alla, koska suurempien kulkuväylien alle rakentamista yritetään välttää suur-
ten liikennemäärien vuoksi. (Seppänen & Seppänen 1996, 98.)

2.2 Lämmönjakokeskuksen laitteet

Kaukolämpölaitoksissa tuotettu lämpö siirretään putkia pitkin lämmönjakokeskukseen, jossa se jaetaan eri lämmitysverkostoihin. Lämmönjakokeskuksen automatiikka vastaa lämmön tasaisesta ja tarpeenmukaisesta jaosta verkostoihin. Lämmönjakokeskuksen peruskokoonpanoon kuuluu putkisto, lämmönvaihtimet, kiertovesipumput, säätöventtiilit ja -moottorit, sekä lämpötila-anturit ja painelähettimet. Kuvassa 5 on nähtävissä esimerkki lämmönjakokeskuksen laitteistosta.

2.2.1 Lämmönvaihtimet

Lämmönvaihdin (tai lämmönsiirrin) on laite, joka siirtää kaukolämmöstä saatavan energian lämmityskäyttöön. Kaukolämpöputki kulkee lämmönvaihtimen läpi, kuten myös lämmitys- tai käyttövesiverkoston putki, jolloin vaihdin johtaa lämpöenergian kaukolämmön vedestä verkoston veteen. Tällöin kaukolämpöverkoston vesi ei sekoitu lämmitys- tai käyttöveteen. Verkostoja voi nykyisissä lämmönjakokeskuksissa olla useampikin. Muita verkostoja voivat olla esimerkiksi ilmanvaihto- ja lattialämmitysverkosto. (Tossavainen 2009.)

On olemassa monia siirrintyyppejä, joista eniten käytettyjä ovat levy- ja kierukalämmönsiirtimet. Kierukkasiirtimet tulivat käyttöön jo 1970-luvulla. Niissä kupariputket, jotka johtavat lämpöä, on käännetty spiraalin muotoon. Levysiirtimen koostuvat taas rinnakkaisista levyistä, joiden läpi kaukolämmön ja verkoston vedet kulkevat ja näin lämpöenergia johtuu levystä toiseen. (Suomen LVI-liitto ry. 1999.)

2.2.2 Kiertovesipumput

Lämmönjakojärjestelmän kiertovesipumput pitävät veden tasalämpöisenä koko järjestelmässä. Jos verkoston kulutuspisteet ovat kaukana toisistaan, vähentää kiertovesipumppu käyttövesiverkostossa turhan veden kulutusta, koska esimerkiksi suihkuun mennessä ei tarvitse odottaa lämmintä vettä valuttamalla turhaan kylmää vettä. (VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka 2003e.)

Lämmitysverkostossa kiertovesipumppu mahdollistaa tasaisemman lämmön kaikissa asunnoissa. Veden kierrättäminen verkostossa estää verkoston mahdollisen syöpymisen. Monesti lämmitysverkoston pumppu sammutetaan kesällä, koska lämmitystarvetta ei ole. Tällöin pitää varmistaa, että pumppua pyöritetään vähintään kerran kuukaudessa, jolloin estetään pumpun jumiutuminen seisokin aikana. (VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka 2003d.)

Valittaessa lämmönjakojärjestelmän pumppuja pitää ottaa huomioon pumpun teho ja virtausmäärä. Pumpun ei pidä olla liian tehokas, jotta turhaa energiaa ei kuluisi, mutta liian pieni pumppu ei jaksaa siirtää tarpeellista määrää vettä verkostoon ja lämpötilaero verkostossa kasvaa liian suureksi, mikä taas aiheuttaa käyttöveden lämpötilan jatkuvan seilauksen, minkä käyttäjä huomaa esimerkiksi suihkussa käydessään, kun veden lämpötila vaihtelee jatkuvasti. (Suomen LVI-liitto, 51.)

2.2.3 Säättömootorit ja -venttiilit

Säättömootoreilla säädetään järjestelmän säätöventtiileitä, joilla hallitaan lämmönvaihtimille menevän lämpimän veden määrää. Säättömootori avaa tai sulkee venttiiliä tarvittavan verran, jolloin tietty määrä vettä kulkee lämmönvaihtimen läpi ja tavoiteltu lähtevän veden lämpötila saavutetaan. Esimerkiksi käyttövesiverkostossa yleinen asetusarvo on 55 °C. (Suomen LVI-liitto, 51.)

Yleisin säätötapa nykyään on 0 - 10 V:n jännitteellä tapahtuva portaaton säätö. Vanhoissa järjestelmissä voi nähdä 3-pistemootoreita, jotka toimivat on-off-periaatteella. 0 - 10 V:n säädön etuja on parempi tarkkuus.

Venttiilien valinta on tärkeä osa lämmönjakojärjestelmää suunnitellessa. Liian suuret venttiilit aiheuttavat helposti turhia lämmityskustannuksia, sillä niiden säätäminen on hankalaa, koska pienikin venttiilin liike voi aiheuttaa suuria muutoksia veden virtauksessa. Toisaalta taas ei pidä valita liian pientä säätöventtiiliä, koska liian pienet venttiilit eivät päästä tarpeeksi vettä lävitseen ja näin tarvittava lämmitysteho ei välttämättä toteudu.

2.2.4 Paisuntalaitteisto

Paisuntalaitteisto mahdollistaa vedenpaineen ylläpitämisen verkostossa veden lämpötilamuutoksista johtuvista veden tilavuuden muutoksista huolimatta. Kun vesi lämpenee, kasvaa sen tilavuus. Putkiston ja muiden laitteiden lämpölaajeneminen ei ole yhtä suurta kuin veden, joten tarvitaan paisuntasäiliö, johon yli-

määräinen vesi ohjataan. Paisuntasäiliöitä on kahta eri päämallia: suljettu ja avoin. (Seppänen & Seppänen 1996, 126.)

Yleisin suljettu paisuntasäiliö on kalvopaisuntasäiliö (VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka 2003a). Se on jaettu kahteen osaan: vesitila ja kaasutila. Näiden tilojen välissä on kalvo, joka jakaa tilat. Kun vesi lämpenee, suurenee vesitila ja kaasutila pienenee. Kaasun tiheys on huomattavasti pienempi kuin veden, joten se puristuu kasaan helpommin ja näin paisuntasäiliöön ei synny suurta painetta. Vaarallisen paineen muodostuminen järjestelmään estetään lisäksi varoventtiilillä. (VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka 2003b.)

Avoin paisuntasäiliö on verkoston yläpuolelle, yleensä ullakotiloihin sijoitettava säiliö, jonka kautta verkosto on vapaassa yhteydessä ulkoilmaan. Avoimeen säiliöön ei synny korkeaa painetta, jolloin se on pitkäikäisempi kuin suljettu säiliö. Haittapuolena on veden haihtuminen järjestelmästä, josta syystä on verkoston veden määrä tarkistettava säännöllisesti ja vettä tarvittaessa lisättävä. Haihtumisen vuoksi on kosteusvaurion vaara olemassa. (VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka 2003c.)

3 Lämpötilamittaukset huoneistoissa

Huoneistolämpötilamittauksia käytetään yleensä silloin, kun huoneistossa on erillinen ilmastoinnin jälkisiritys, jolla voidaan ohjata yhden tietyn huoneen lämpötilaa sopivaksi. Mittauksia käytetään myös monesti isoissa tiloissa, johon vaikuttaa vain yksi tuloilmakone, jolloin voidaan seurata koneen vaikutusta kyseisen tilan lämpötilaan.

Rivi- tai kerrostaloasunnoista huonemittausten käyttö patteriverkoston lämmityksen säädössä on todella harvinaista. Siksi tässä työssä onkin tarkoitus selvittää onko huoneistomittauksista apua tällaisissa rakennuksissa.

3.1 Langalliset mittaukset

Suurin osa huoneistolämpötilamittauksista tehdään varmasti langallisesti. Uudisrakennuksissa huoneistomittausten johtojen veto on helppoa rakentamisen yhteydessä, mutta saneerauskohteissa johtojen veto voi olla hankalaa ja kallista tai jopa mahdotonta.

Langallisten mittausten etu on niiden luotettavuus. Langallinen mittausta on varmempi kuin langaton, koska siihen ei vaikuta niin paljoa anturin etäisyys alakeskuksesta ja johtoa pitkin kulkeva signaali on varmemmin perillä kuin ilmateitse kulkeva.

Langallisissa lämpötilamittauksissa mittaustulos saadaan seuraamalla anturin lämpötilavastuksen resistanssia. Resistanssi muuttuu siihen kohdistuvan lämpötilan mukaan. Vastustyyppejä ja -materiaaleja on monia erilaisia ja siksi täytyykin tietää anturin tyyppi, jotta mittaustulos voidaan tulkita oikein logiikan päässä.

3.2 Langattomat mittaukset

Langattomien mittausten käyttö on yleistymässä pikkuhiljaa tämän päivän automaatiossa. Suurin osa mittauksista tehdään vieläkin langallisesti, mutta lähitulevaisuudessa asiat voivat olla toisin. Yksi syy käytön vähäisyyteen on varmasti kalliimpi hinta, esimerkkinä voidaan mainita Produal Oy:n vuoden 2011 hinnasto: normaali huonelämpötila-anturi maksaa 34 euroa, kun taas langattomalle lähettimelle hintaa tulee 177 euroa (noin viisinkertainen hinta). Varsinkin isoissa kohteissa hintaero on suuri, kun laskee yhteen monen kymmenen anturin hintaeron. Toisaalta luettelosta katsottu hinta ei kerro kaikkia antureihin liittyviä kustannuksia. Langallisen anturin kustannuksiin pitää laskea myös johtojen veto ja asennukset. Langattoman lähettimen asennuskustannukset ovat todella pienet ja asennukseen kuluva aika on lyhyt, koska lähetin asennetaan seinälle kahdella ruuvilla (tai mahdollisesti liimaamalla) ja konfigurointi tapahtuu yksinkertaisella konfigurointityökalulla noin puolessa minuutissa. Konfiguroinnista kerrotaan lisää kohdassa 5.2.

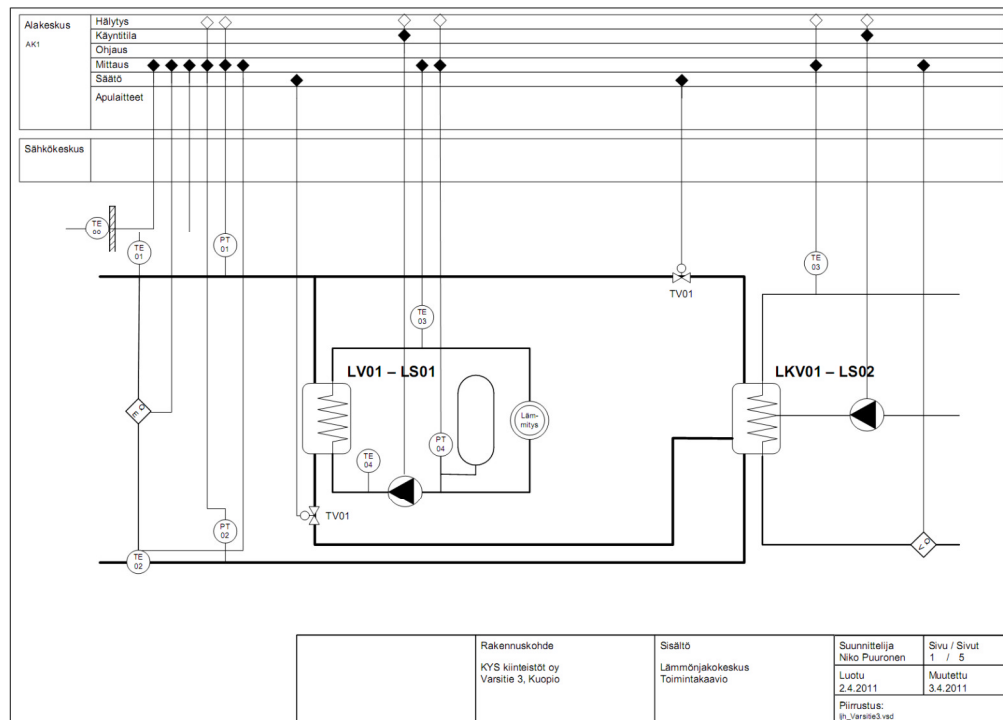
Langattomien lähettimien suurin etu on juuri niiden helppo asennettavuus. Esimerkiksi saneerauskohteissa voi langattomia lähettimiä käyttää sellaisissa tiloissa, joihin ei ole mahdollista tai järkevää vetää johdotuksia. Langattomia lähettimiä käytettäessä täytyy kuitenkin ottaa huomioon ympäristö ja sen vaikutukset laitteiden signaaliin. Pitkät matkat ja paksut betoniseinät heikentävät signaalia huomattavasti. Tämän vuoksi verkkoa suunnitellessa täytyy ottaa huomioon ja etsiä paikat mahdollisille signaalinvahvistimille tai toistimille.

Produalin langattomien mittausten järjestelmä toimii isäntä-orja-periaatteella. Järjestelmässä täytyy olla vähintään yksi tukiasema (isäntä), johon langattomat lähettimet (orjat) ovat yhteydessä. Tukiasema kuuntelee langattomien lähettimien lähettämiä viestejä ja välittää ne tässä tapauksessa eteenpäin modbus-väylää pitkin logiikalle. Lähettimet myös vastaanottavat tietoa, joten ne ovat tietoisia verkon toiminnasta.

Anturi tulee sijoittaa noin puolentoista metrin korkeuteen. Anturia ei saa asentaa sellaiseen paikkaan, jossa siihen voi vaikuttaa ulkoiset lämmönlähteet, esimerkiksi aurinko tai tulisija. Anturia ei tulisi myöskään asentaa kylmälle ulkoseinälle tai ilmastointiaukkojen viereen.

4 Järjestelmäkuvaus

Kuvasta 5 nähdään uuden järjestelmän toimintakaavio. Itse vanhaan lämmitysjärjestelmään, eli putkituksiin ja lämmityslaitteistoon (lämmönvaihtimet, paisuntalaitteisto) ei tehty muutoksia. Järjestelmässä oli kaksi verkostoa, lämmitys- (LS01) ja käyttövesiverkosto (LS02).



Kuva 5. Lämmönjakokeskuksen yksinkertaistettu toimintakaavio.

Kaukolämpöliittymän puolella on lämpötila-anturit meno- (TE1) ja paluuveden (TE2) lämpötilamittauksille ja samoin paineanturit meno- (PT01) ja paluuveden (PT02) painemittauksille. Kaukolämmöstä mitataan myös energiankulutusta (QE).

Lämmitysverkostossa (LS01) on kaksi lämpötila-anturia meno- (TE03) ja paluuveden (TE04) lämpötilamittauksille sekä paineanturi verkostopaineen (PT04) mittaukseen. Lämmitysverkostossa on myös kiertovesipumppu (PU01).

Käyttövesiverkostossa (LS02) on lämpötila-anturi menoveden (TE03) lämpötilamittaukselle. Käyttövesiverkostossa on lisäksi käyttövesipumppu (PU01). Käyttövesiverkoston kylmän veden putkessa on kulutusmittaus (QV).

Säätölaitteiston peruskokoonpanoon kuuluu logiikka, IO-yksikkö ja langattomien lähettimien tukiasema. Nämä muodostavat järjestelmän rungon, johon kaikki laitteet ja suurin osa antureista kytkettiin. Kaukolämmön meno- ja paluuveden

lämpötila-anturit ovat kytketty kaukolämmön energiamittarille, josta mittausten tiedot saadaan luettua väylää pitkin, joten erillisiä antureita niille ei tarvita.

Muita laitteita järjestelmässä ovat GSM-modeemi, M-Bus-master-asema, 3G-tukiasema ja kosketusnäyttö-PC. Järjestelmään kuuluu myös langattomia lämpötilamittauksia. Langattomat mittaukset liitettiin langattomien lähettimien tukiasemaan ja perinteiset langalliset mittaukset IO-yksikköön. Järjestelmäkaavio löytyy liitteestä 1.

4.1 Logiikka

Tässä järjestelmässä logiikkana toimi Yhdysvaltalaisen Tridiumin valmistama Jace JCX230 -logiikka. Logiikan kotelonti on muovia, ulkoisilta mitoiltaan 162 x 122 x 62 mm, ja se voidaan kiinnittää DIN-kiskoon. Logiikan toimintalämpötila on 0 - 50 °C ja se on vapaasti ilmalla jäähtyvä. (Tridium Europe LTD 2009, 1 - 1.)

Logiikan tässä versiossa on keskusmuistia 128 megatavua, FLASH-muistia 64 megatavua, sen prosessori toimii 250 MHz:n taajuudella ja ohjelmointipisteitä voi käyttää 200 kappaletta. Fyysisiä liitäntöjä logiikassa on vakioina neljä kappaletta. Logiikka sisältää tiedonsiirtoa varten kaksi kappaletta RJ-45-Ethernet-portteja, joille voi määrittää kiinteät IP-osoitteet tai ne voi hakea automaattisesti DHCP:ltä. Lisäksi logiikasta löytyy yksi RS-232-portti ja yksi RS-485-portti sarjaliikennettä varten. Tässä järjestelmässä RS-485-porttia käytetään modbus-väylää varten ja RS-232-porttia GSM-modeemia varten. (Tridium Europe LTD 2009, 2.)

Tämän lisäksi tarvittiin yksi RS-232-lisäkortti, jotta järjestelmään voitiin kytkeä M-Bus-väyläinen energiamittauskortti, jolla saadaan energiamittarilta energiankulutus suoraan numeerisena arvona logiikkaan, jolloin erillisiä laskureita ei tarvita, toisin kuin, jos energiankulutusta seurattaisiin mittarilta saatavien pulssien avulla. Energiamittarilta saatiin lisäksi tiedot muun muassa kaukolämmön tehosta, meno- ja paluuveden lämpötiloista ja veden virtauksesta.

Normaalisti logiikka tarvitsee toimiakseen 90 - 240 V:n vaihtovirtasyötön, joka muuntajalla muutetaan logiikalle sopivaksi (15 Vdc). Valmistajalta on myös saatavilla DIN-kiskoon asennettava 24 Vac/dc-virtalähde. Logiikan toiminta lyhyiden sähkökatkosten aikana on turvattu sisäisen akun avulla. Akku latautuu automaattisesti, kun logiikka on kytketty verkkojännitteeseen. Akun varaus riittää noin viiden minuutin toimintaan. Tässä ajassa logiikka tallentaa tietokantansa ja valmistautuu virran katkeamiseen. (Tridium Europe LTD, 2009, 2.)

4.2 IO-yksikkö

IO-yksikkönä käytetään YIT:n omaa MIO-52-IO-yksikköä, joka toimii 24 voltin tasa- tai vaihtojännitteellä. IO-yksikkö voidaan liittää RS-485-liittimen kautta modbus-väylään. Yksikön modbus-osoite ja väylänopeus valitaan oikosulkupaloilla. (Oinonen 2010.)

Yksikössä on 16 kappaletta universaaleja analogiatuloja, joiden mittaustyyppiä voi helposti vaihtaa oikosulkupaloja siirtämällä. Yksikkö tukee 0 - 10 V:n, 0/4 - 20mA:n sekä NTC10k-mittauksia. Lisäksi analogiatuloja voidaan käyttää tarvittaessa digitaalituloina. Tämän lisäksi yksikössä on 16 kappaletta potentiaalivapaita digitaalituloja. 0 - 10 V:n jännitettä syöttäviä analogialähtöjä löytyy kahdeksan kappaletta. Digitaaliähtöjä voidaan yksikköön lisätä erillisten MRE-relemoduulien avulla 12 kappaletta, neljä kappaletta per moduuli. Moduulin rele-ähtöihin voidaan syöttää jopa 230 voltin jännite. (Oinonen 2010.)

4.3 Anturit ja lähettimet

Järjestelmässä oli valmiina molemmissa lämmityspiireissä menoveden lämpötila-anturit, jotka olivat sopivia uuteen järjestelmään, joten ne jätettiin entiselleen. Järjestelmään asennetut uudet lämpötila-anturit tai painelähettimet olivat Pro-dual Oy:n valmistamia. IO-yksiköstä saatiin väylän kautta luettua logiikkaan suoraan NTC10k-mittaukset ilman skaalausta, joten järjestelmään valittiin NTC10k-anturit.

Lämmityspiiriin asennettiin paluuveden lämpötila-anturi, joksi valittiin pinta-asennettava malli kustannussäästösyistä. Putken pinnalta tapahtuva lämpötilamittaus ei ole niin tarkka kuin suojataskuun asennettu mittaus, mutta mittauskohde ei vaikuta järjestelmän säätöön, vaan sitä vain seurataan grafiikalta, joten pieni epätarkkuus ei haittaa. Anturin malli oli TEP NTC 10.

Lämmityspiiriin asennettiin myös painelähetin, joka kertoo lämmitysverkostossa olevan paineen suuruuden. Verkostopainetta seuraamalla voidaan havaita mahdolliset vuodot verkostossa, jos paine laskee liian alhaiseksi. Liian suuri paine taas voi tarkoittaa paisuntalaitteiston ja varoventtiilin vikaa. Pinalähetimen malli on VPL 16. Lähettimessä on kolme eri mitta-aluetta, joka voidaan vaihtaa oikosulkupaloilla.

Käyttövesipiirin menoveden lämpötila-anturi vaihdettiin uuteen nopeampaan anturiin. Käyttöveden lämpötila voi muuttua nopeasti, jos veden hetkellinen kulutus nousee nopeasti. Tällöin tarvitaan aikavakioltaan nopeampi anturi, jonka vastusarvo vaihtuu lämpötilan muuttuessa nopeammin kuin tavallisessa anturissa, jolloin säätöjärjestelmä huomaa lämpötilamuutokset nopeammin. Käyttövesianturin malli oli TENA NTC 10.

4.4 Toimilaitteet

Järjestelmän toimilaitteet koostuvat kahdesta säätömoottorista, joista toinen säätää lämmitysverkoston ja toinen lämpimän käyttöveden verkoston säätöventtiilin asentoa. Säätömoottoreista toinen on aikaisemmassakin järjestelmässä toiminut Oumanin M41A15. Moottori on portaattomasti säätävä 0 - 10 V:n jännitteellä. Tämä säätömoottori on käytössä käyttövesiverkostossa.

Lämmitysverkoston säätömoottori oli aikaisemmassa järjestelmässä 3-pistesäätöinen eli moottori toimi on-off-periaatteella. Portaattomasti säätävä moottori on säädön tasaisuuden kannalta parempi vaihtoehto, joten säätömoottori jouduttiin vaihtamaan uutta järjestelmää varten. Säätömoottoriksi valittiin

Belimon NRD24-SR-HW, koska se kävi suoraan järjestelmässä olevan säätö-venttiilin kantaan.

4.5 Langattomien lähettimien tukiasema

Langattomien lähettimien tukiasemana toimii Produalin valmistama FLTA. Yhteen tukiasemaan voidaan liittää 99 langatonta lähetintä, joita on valittavina moniin eri tarkoituksiin, kuten lämpötilojen, kosteuden ja hiilidioksidipitoisuuksien mittaamiseen. Samassa verkostossa voi olla teoriassa 63 tukiasemaa, joten yhdelle alueelle tehtävästä langattomien mittausten verkostosta on mahdollista tehdä todella suuri. (Produal OY 2010a, 1.)

Tukiaseman liikennöinti tapahtuu 868,30 MHz:n taajuudella. Tukiaseman kommunikointietäisyys on avoimessa maastossa tai tilassa 500 metriä ja rakennuksissa 20-100 metriä. Tukiasema yhdistetään logiikkaan käyttämällä modbus-väylää. Tukiaseman digitaalilähdöstä voidaan lukea hälytys, jos yhteys modbus-väylän kautta on katkennut. Jos langaton lähetin katoaa verkosta eli tukiasema ei tavoita lähetintä tunnin aikana, saadaan modbus-väylän kautta hälytys lähetimen katoamisesta. (Produal OY 2010a, 1.)

4.6 Langattomat lähettimet

Tähän järjestelmään valittiin langattomiksi lähettimiksi myös Produalin valmistama TEFL-huonelämpötilalähetin. Lähetin toimii litium-paristolla, jonka vaihtoväli on kuusi vuotta. Pariston loppumisesta saadaan hälytystieto tukiasemalta modbus-väylää pitkin, kun pariston varauksesta on jäljellä enää 5 % tai vähemmän. (Produal OY 2010b, 1.)

Lähettimen ulkoiset mitat ovat 8,6 cm x 8,6 cm ja sen kotelointi on muovia. Sen mittaustarkkuus on +/- 0,5 °C tarkasteltuna 25 °C lämpötilassa. (Produal OY 2010b, 1.)

4.7 Järjestelmän muut laitteet

Langattomien antureiden signaalin kuuluvuuden varmistamiseksi järjestelmään varattiin kaksi kappaletta Pro dualin valmistamia FLREP-toistimia, joiden avulla tukiaseman signaalin kantoetäisyyttä saadaan parannettua huomattavasti. Toistinten paikat haettiin FLSER-konfigurointilaitteella, jonka avulla voidaan määrittää toistimelle paras paikka signaalinvahvuuden kannalta.

Koska energiankulutuksen seuranta on järjestelmän yksi päätavoitteista, täytyy energiatiedot saada luettua muualtakin kuin pelkästään energiamittarilta käsin. Siksi energiamittari liitettiin logiikkaan M-Bus-väylän kautta. Kaukolämmön energiamittari oli jo valmiiksi asennettuna kohteeseen, mutta tämän työn yhteydessä siihen lisättiin M-Bus-väyläkortti, jonka avulla saatiin logiikalle tiedot muun muassa energiankulutuksesta, kaukolämmön tehosta, virtauksista ja lämpötiloista. Energiamittari oli Kamstrupin valmistama Multical 601.

Alakeskuksen oveen upotettiin kosketusnäyttö, jonka kautta järjestelmää oli mahdollisuus seurata ja käyttää. Alakeskuksen oven sisäpuolelle tuli kosketusnäyttöä ohjaava PC, jonka selaimella käytettiin web-käyttöliittymää. Käyttöjärjestelmänä PC:ssä toimi Windows Embedded ja selaimena Mozilla Firefox.

Järjestelmän etäkäytön ja -ohjelmoinnin mahdollistaa Teltonikan RUT104-3G-tukiasema. Tukiasemassa on paikka SIM-kortille, jolloin tukiasemasta voidaan muodostaa yhteys Internetiin matkapuhelinliittymän kautta. Etäkäyttö on mahdollista Internet-selaimella tai logiikan ohjelmointiin ja käyttöliittymän tekoon tarkoitetulla ohjelmalla.

5 Järjestelmän toteutus

Opinnäytetyön tärkein tulos on järjestelmän uusi alakeskus ja sen logiikan ohjelma ja käyttöliittymä. Työ aloitettiin suunnittelulla, jonka jälkeen rakennettiin ja ohjelmoitiin uusi järjestelmä. Kun uusi järjestelmä oli valmis, käytiin se asentamassa kohteeseen ja tehtiin lopputestaukset.

5.1 Suunnittelu

Koko projektin toteutus lähti liikkeelle tutkimalla vanhan järjestelmän suunnitelmia ja miettimällä, mitä laitteita tarvitaan lisää ja mitkä vanhoista laitteista voidaan käyttää uudessa järjestelmässä. Samalla mietittiin kuinka vanhan järjestelmän uuteen järjestelmään käyvät osat voitaisiin helpoimmin liittää uuteen järjestelmään. Suunniteluun kuului myös laitteiden pisteytys ja toimintaselostuksen teko.

5.1.1 Laiteluettelo

Koska vanhassa järjestelmässä ei kaukolämmön osalla ollut mittauksia ollenkaan, tarvittiin kaukolämpöpuolelle kaksi painelähetintä ja kaksi lämpötilaanturia. Lämmönjakokeskuksessa oli energiamittari, joka mittasi lämpötiloja kaukolämpöverkosta, joten päätettiin käyttää energiamittarilta saatavia lämpötiloja, sen sijaan, että lisättäisiin erilliset lämpötila-anturit kaukolämpöpuolelle.

Lämmitysverkostossa oli ennestään menoveden lämpötila-anturi, jota ei tarvinnut uusia uutta järjestelmää varten. Lämmityspuolelle lisättiin paluuveden lämpötila-anturi ja verkostopaineen vanhan indikoivan analogisen anturin tilalle vaihdettiin uusi painelähetin. Käyttövesiverkoston vaihdettiin pelkästään uusi käyttövesianturi.

Toimilaitteista käyttöveden säätömoottori oli entisessä järjestelmässä 3-pistemoottori (on-off), joten se täytyi vaihtaa uuteen moottoriin, jonka säätö tapahtuu portaattomasti 0-10 voltin jännitteellä. Lämmitysverkosto säätömoottori oli jo valmiiksi sopiva, joten sitä ei tarvinnut vaihtaa.

Lämmönjakokeskuksen ulkopuolisista antureista vaihdettiin ulkolämpötila-anturi ja hankittiin uusi valoisuuslähetin ulko- ja numerovalojen ohjausta varten. Uusittu laiteluettelo on liitteessä 2.

5.1.2 Pistelistat

Kun laiteluettelo oli saatu tehdyksi, voitiin aloittaa pistelistojen teko MIO-52-IO-yksikköä ja FLTA-tukiasemaa varten. IO-yksikön pistelistoihin merkittiin pisteen positio ja laite, kohde, IO-tyyppi ja modbus-osoite. FLTA-tukiaseman pistelistaan merkittiin langattomien lähettimien sijainti (talo, huoneisto ja huone), anturin SID ja lämpötilamittauksen modbus-osoite.

Pistelistöjen teko helpottaa pisteiden tuontia ohjelmaan ja asennusvaiheessa lämmönjakokeskuksen mittausten kytkemistä IO-yksikön oikeisiin liittämiin ja langattomien lähettimien ohjelmointia.

5.1.3 Toimintaselostus

Järjestelmä toteutettiin tehdyn toimintaselostuksen mukaan. Toimintaselosteessa kerrotaan, kuinka järjestelmän tulisi toimia. Siinä kerrotaan muun muassa säädöt, ohjaukset ja hälytykset. Toimintaselostuksessa olevat positiot ovat nähtävissä kuvassa 5.

Käyttövesi:

Säätöjärjestelmä ohjaa säätöventtiiliä TV02 käyttöveden anturin (TE03) mittausarvon perusteella pitäen käyttöveden lämpötilan säätöjärjestelmän asetusarvon mukaisena.

Lämmitys:

Säätöjärjestelmä ohjaa säätöventtiiliä TV01 ulkolämpötilan, ohjelmoidun ominaiskäyrän ja huoneistolämpötilojen perusteella. Jos huoneistolämpötilojen korkein mittausarvo poikkeaa ohjelmoidusta huonelämpötilan maksimiarvosta, poikkeuttaa säätö ominaiskäyrää asetellun ohjearvojen sisällä, sillä ehdolla, että huoneistolämpötilojen matalin mittausarvo ei alita asetettua huonelämpötilojen minimiarvoa.

Valaistus:

Numerovalaistusta ohjataan määritellyn viikkoaikataulun mukaan. Pihan ulkova-laistusta ohjataan määritellyn viikkoaikataulun ja ulkovaloisuusanturin (LX-00) perusteella.

Poistopuhaltimet:

Huoneistojen poistopuhaltimia ohjataan määritellyn viikko- ja vuorokausiaikataulun mukaan. Jokaiselle puhallinryhmälle on kaksi aikataulua: täysi- ja puolitehon aikataulu. Jokaisen talon poistopuhaltimet ovat yksi ryhmä.

Käyttöliittymä:

Käyttöliittymässä esitetään lämmitysjärjestelmän kaikki hälytys-, ohjaus- ja mit-tauspisteet asetusarvoineen, sekä säätökäyrät arvoineen. Myös mittausten his-toriatiedot tulee esittää käyttöliittymässä.

Käyttöliittymän sivujen välillä tulee olla luonteva linkitys. Sivuilta tulee voida, käyttöoikeuksien puitteissa, asetella ja muuttaa asetusarvoja sekä kuitata häly-tyksiä.

5.2 Laitteiden konfigurointi

Kun suunnittelu oli saatu valmiiksi, aloitettiin laitteiden saatto toimintakuntoon. Tämä tehtiin tekemällä tarvittavat konfiguroinnit järjestelmän laitteisiin. Tukiaseman konfigurointi onnistui suoraan tukiaseman neljällä hipaisunäppäimel-lä. Tukiasemalla määritettiin ensin MID (Master ID), joka on tukiaseman nume-ro. Tukiasemia voi yhdessä verkossa teoriassa olla 63 kappaletta (Produal OY 2009, 4). Seuraavaksi asetettiin tukiaseman modbus-osoite, jota tarvitaan logii-kan ja tukiaseman väliseen liikenteeseen. Lisäksi valittiin modbus-väylän liiken-

nöintinopeus. Tukiaseman analogialähtöihin voi määrittää kahdeksan eri mittausta langattomista antureista. Näitä lähtöjä ei kuitenkaan tässä järjestelmässä tarvita. Jos tukiasemaan lisätään lähetin, joka myöhemmin poistetaan käytöstä, pitää lähetin poistaa järjestelmästä tukiaseman asetuksista. Tarkempi konfigurointiohje löytyy liitteestä 3.

Langattomat lähettimet konfiguroidaan tarkoitukseen valmistetulla työkalulla. Konfigurointityökalulla määritetään lähettimelle ensin MID, eli sen tukiaseman numero, johon lähetin lähettää mittaustiedot. Seuraavaksi määritetään lähettimen SID, joka kertoo tukiasemalle, mikä lähetin mittaustiedot lähettää. Tämän jälkeen lähetin on valmis käytettäväksi. Täysi ohje langattomien antureiden konfigurointiin löytyy liitteestä 4.

MIO-52-IO-yksikön konfigurointi tapahtuu helposti oikosulkupaloja muuttamalla. Oikosulkupaloilla valitaan IO-yksikön liikennöintinopeus, modbus-osoite ja myös universaaleitten tulojen tyyppi. Jokaiselle universaalille tulolle on kaksi oikosulkupalaa, joilla tulolle voidaan määrittää kolme eri tyyppiä: lämpötila(NTC10k)/DI, jännitetulo tai virtatulo.

5.3 Logiikan ohjelmointi

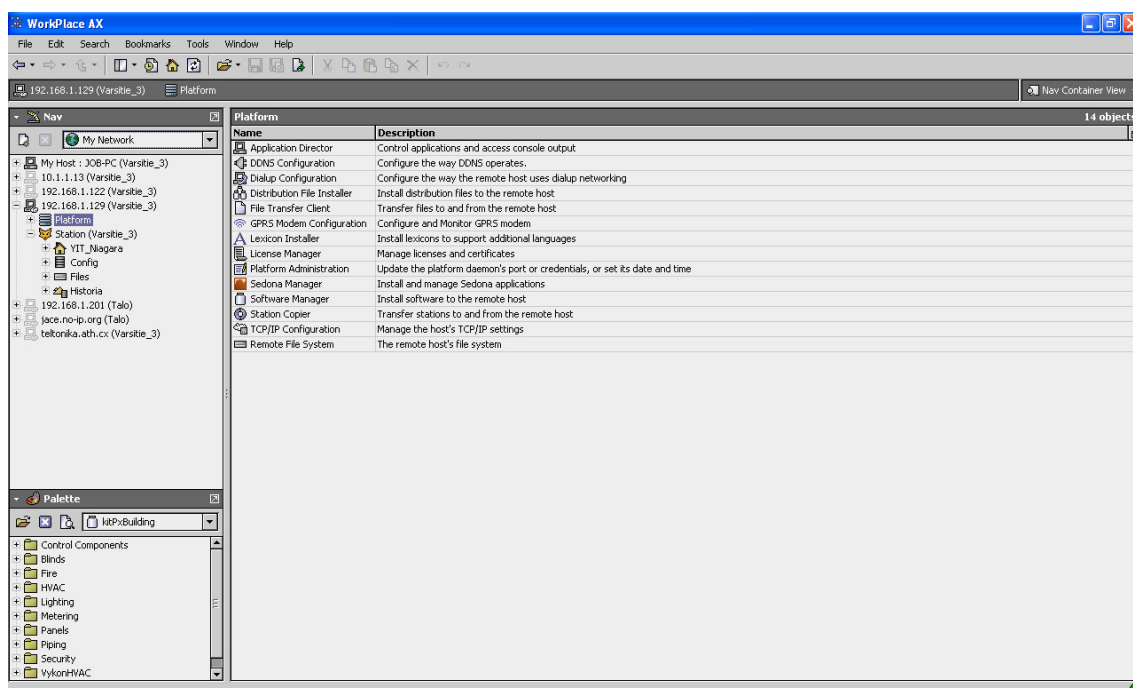
Ohjelmointiohjelmana oli Jace-logiikoiden ohjelmointiin tarkoitettu Niagaran tekemä Workplace AX. Ohjelmointi tapahtui pääasiallisesti valmiilla toimilohkoilla, mutta tarvittaessa olisi itse voinut tehdä omia toimilohkoja, jotka ohjelmoidaan Java-ohjelmointikielellä.

Logiikan ohjelmointi tapahtuu Ethernet-portin kautta ja aluksi pitikin määrittää tietokoneelle oikea IP-osoite, jotta yhteys logiikkaan onnistui. Logiikan IP-osoite on valmistajalla vakio, vain viimeinen numero muuttuu logiikan sarjanumeron viimeisen numeron perusteella.

Toteutus kannatti aloittaa määrittämällä tarpeelliset palvelut ja verkkojen ajurit. Toteutusta jatkettiin pisteiden tuomisella ohjelmaan, jonka jälkeen voitiin aloittaa

itse ohjelmointi. Koska haluttiin käyttää logiikan omaa web-käyttöliittymää, oli seuraavaksi vuorossa sen tekeminen. Lopuksi suoritettiin ohjelman testaus, jossa tarkastettiin, että ohjelma toimi toimintaselostuksen mukaan.

Ohjelmointiohjelman perusnäkymässä (kuva 6) on kaksi eri ikkunaa. Vasemmassa reunassa on sivupalkki, johon voidaan avata monia eri ikkunoita, esimerkiksi Nav-ikkuna, jonka avulla liikutaan logiikan ja ohjelman eri valikoissa, tai Palette-ikkuna, jossa näkyy ohjelmoinnissa ja käyttöliittymän teossa tarvittavat välineet, esimerkiksi väylien ajurit, erilaiset toimilohkot ja grafiikalle aseteltavat toiminnalliset kuvat. Keskellä oleva iso ikkuna on ikkuna, jossa itse ohjelmointi ja käyttöliittymän piirto tapahtuu.

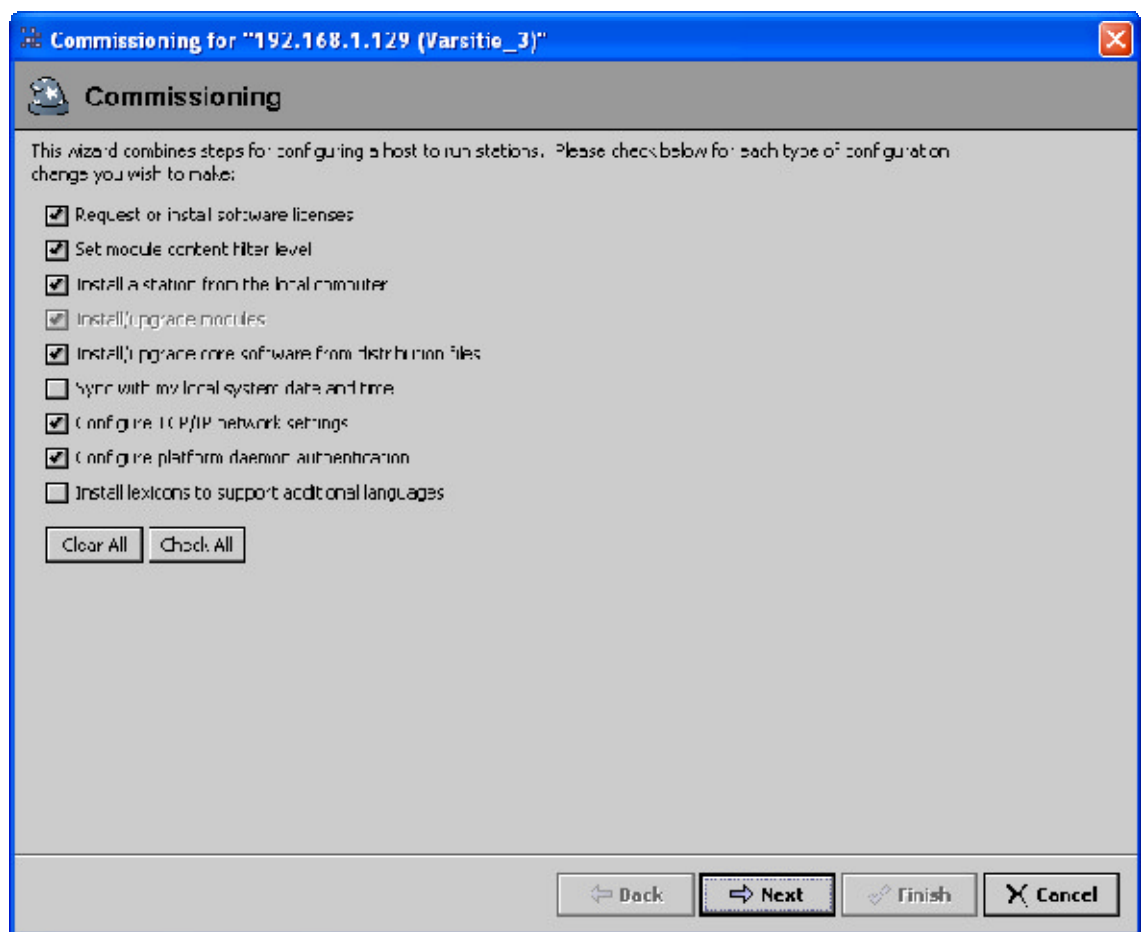


Kuva 6. Niagara Workplace AX -ohjelmointiohjelman perusnäkymä.

5.3.1 Logiikan alustus

Aivan aluksi logiikalla ajettiin helppokäyttöinen käyttöönottovelho (engl. commissioning wizard) (kuva 7). Velhon avulla voitiin asentaa kielipaketteja, konfiguroida TCP/IP-asetukset, päivittää kellonaika ja päivämäärä PC:ltä, vaihtaa logiikan hallintaan vaadittava salasana (ei sama asia kuin projektin ja web-

käyttöliittymän salasana) ja valita logiikalle asennettavat ohjelmamoduulit. Velholla määriteltiin myös alustavasti logiikan käyttökohde, eli tuleeko järjestelmään web-ohjelmointi- tai -käyttöliittymämahdollisuus ja halutaanko ohjelman ohjeet sisällyttää alustalle. Tähän järjestelmään valittiin vain web-käyttöliittymä ja -ohjelmointi, koska ohjeet on mahdollista tulostaa paperille, jolloin ne eivät vie alustan muistiresursseja. Velhon avulla on myös mahdollisuus asentaa PC:ltä jo aloitettu tai valmis projekti logiikkaan, mutta nyt aloitettiin projektin tekeminen tyhjältä pöydältä.



Kuva 7. Logiikan käyttöönottovelhon valinnat.

Kaikki asetukset ovat muutettavissa jälkeenpäin, mutta velhon avulla ne oli helpompaa määrittää, koska osaan toiminnoista (esimerkiksi web-käyttöliittymän lisäys tai poisto) vaaditaan jo enemmän tietämystä, jos sen aikoo tehdä käsin moduuleita poistamalla.

5.3.2 Uuden aseman luominen

Aluksi siis luotiin ohjelmaan uusi asema. Vaihtoehtoina oli luoda asema PC:lle tai suoraan logiikkaan. Tällä kertaa aseman tekeminen aloitettiin suoraan logiikkaan, koska tiedettiin tässä vaiheessa, että suurin osa ohjelmoinnista tapahtuisi samassa paikassa, jossa sijaitsee myös logiikka. Tähän vaihtoehtoon päädyttiin myös siksi, että aseman siirtäminen logiikalta tietokoneelle on nopeampaa kuin siirtäminen tietokoneelta logiikalle ja siirrettäessä asema tietokoneelta logiikalle vaaditaan logiikan uudelleen käynnistys, joka kestää huomattavasti pidempään kuin tietokoneella sijaitsevan aseman uudelleenkäynnistys.

Ohjelma luo uutta asemaa tehtäessä automaattisesti valmiin peruskokoonpanon, joka sisältää muun muassa TCP/IP-verkon ajurit ja tavallisesti tarvittavat palvelut, kuten hälytys- ja historiapalvelun. Muut palvelut kuten tekstiviestipalvelu ja raportointipalvelu täytyi lisätä kokoonpanoon erikseen.

5.3.3 Modbus- ja M-Bus-verkon määritykset ja pisteiden tuonti ohjelmaan

Jos asemaan halutaan liittää lisää verkkoja tai väyliä (esimerkiksi Modbus, M-Bus tai LON) täytyy asemaan lisätä ajurit tälle verkolle. Kuten aiemmin on mainittu, tässä työssä käytetään logiikan, IO-yksikön ja langattomien lähettimien tukiaseman välissä Modbus-väylää, joten pisteiden tuonti aloitettiin lisäämällä Modbus-väylän ajurit aseman kokoonpanoon. Ajureiden asetuksiin täytyi määrittellä väylän käyttämä sarjaportti ja portin tietoliikenneasetukset (kuva 8).

ModbusVäylä (Modbus Async Network)

<input type="checkbox"/> Status	{ok}
<input type="checkbox"/> Enabled	<input checked="" type="checkbox"/> true
<input type="checkbox"/> Fault Cause	
<input checked="" type="checkbox"/> Health	Ok [23.maalis.2011 20:13 EET]
<input checked="" type="checkbox"/> Alarm Source Info	Alarm Source Info
<input checked="" type="checkbox"/> Monitor	Ping Monitor
<input checked="" type="checkbox"/> Tuning Policies	Tuning Policy Map
<input checked="" type="checkbox"/> Poll Scheduler	Basic Poll Scheduler
<input type="checkbox"/> Retry Count	1
<input type="checkbox"/> Response Timeout	+00000h 00m 01.000s
<input type="checkbox"/> Float Byte Order	Order3210
<input type="checkbox"/> Long Byte Order	Order3210
<input type="checkbox"/> Use Preset Multiple Register	<input checked="" type="checkbox"/> false
<input type="checkbox"/> Use Force Multiple Coil	<input checked="" type="checkbox"/> false
<input type="checkbox"/> Max Fails Until Device Down	2 [0 - max]
<input type="checkbox"/> Inter Message Delay	00000h 00m 00.000s [0ms - 1sec]
<input checked="" type="checkbox"/> Serial Port Config	Serial Helper
<input type="checkbox"/> Status	{ok}
<input type="checkbox"/> Port Name	COM2
<input type="checkbox"/> Baud Rate	Baud38400
<input type="checkbox"/> Data Bits	Data Bits8
<input type="checkbox"/> Stop Bits	Stop Bit1
<input type="checkbox"/> Parity	None
<input type="checkbox"/> Flow Control Mode	<input type="checkbox"/> RtsCtsOnInput <input type="checkbox"/> RtsCtsOnOutput <input type="checkbox"/> XonXoffOnInput <input type="checkbox"/> XonXoffOnOutput
<input type="checkbox"/> Modbus Data Mode	Rtu
<input type="checkbox"/> Sniffer Mode	<input checked="" type="checkbox"/> false

Kuva 8. Modbus-väylän asetukset.

Konfiguraatioon tarvittiin myös M-Bus-väylän ajurit, koska energiamittariin oli asennettu M-Bus-kortti, jonka kautta energiamittarin tiedot luetaan logiikalle. M-Bus-väylän ajurit lisättiin konfiguraatioon ja sen käyttämän sarjaportin liikennöintiasetukset määriteltiin väylällä olevaa M-Bus-master-yksikköä vastaavaksi.

Kun väyläajurit oli asennettu, lisättiin väylässä olevat laitteet konfiguraatioon. Energiamittari lisättiin M-Bus-väylälle ja IO-yksikkö ja langattomien lähettimien tukiasema Modbus-väylälle. Modbus-väyläisten laitteiden lisäys onnistui lisäämällä uusi laite konfiguraatioon ja määrittämällä laitteelle Modbus-osoite ja Modbus-piste, jota logiikka kutsuu tietyin väliajoin saadakseen tiedon siitä, onko laite toiminnassa ja saadaanko laitteeseen yhteys.

Kaikki M-Bus-väylällä olevat laitteet voitiin etsiä käyttämällä hakutoimintoa (ko-ko verkon läpikäyminen oli tosin hidasta). Koska energiamittarin osoite oli tiedossa valmiiksi, ei hakua tarvinnut suorittaa vaan laite lisättiin manuaalisesti. Ohjelma haki laitteen tiedot automaattisesti lisäyksen jälkeen.

Tämän jälkeen alettiin luoda pisteitä aiemmin tehtyjen pistelistojen avulla. Modbus-väylältä luettaviin pisteisiin määriteltiin Modbus-osoite, mittayksikkö ja tarkkuus. Kaikki mittaukset asetettiin näkymään yhden desimaalin tarkkuudella (kuva 9).

Database		
Name	Out	Absolute Address
KL01-PT01	4,8 bar {ok}	modbus:30003
KL01-PT02	3,5 bar {ok}	modbus:30004
LV01-TE03	30,6 °C {ok}	modbus:30037
LV01-TE04	27,5 °C {ok}	modbus:30038
LKV01-TE03	55,2 °C {ok}	modbus:30039
LV01-PT04	2,1 bar {ok}	modbus:30009
UV-LX00	0,0 lx {ok}	modbus:30015
ULT-TE00	6,3 °C {ok}	modbus:30048
KL01-QE	false {ok}	modbus:10001
LKV01-QV	false {ok}	modbus:10002
LV01-PU01	false {ok}	modbus:10004
LKV01-PU01	false {ok}	modbus:10005
LV01-PU01_h	false {ok}	modbus:10006
LKV01-PU01_h	false {ok}	modbus:10007
PF01-A_puoli	false {ok} @ 10	modbus:1
PF01-A_taysi	false {ok} @ 10	modbus:2
PF02-B_puoli	false {ok} @ 10	modbus:3
PF02-B_taysi	false {ok} @ 10	modbus:4
PF03-C_puoli	false {ok} @ 10	modbus:5
PF03-C_taysi	false {ok} @ 10	modbus:6
PF04-D_puoli	false {ok} @ 10	modbus:7
PF04-D_taysi	false {ok} @ 10	modbus:8
Numerovalot_ohjaus	false {ok} @ 10	modbus:9
Ulkovalot_ohjaus	false {ok} @ 10	modbus:10
LV01-TV01	31,0 % {ok} @ 10	modbus:40001
LKV01-TV01	21,3 % {ok} @ 10	modbus:40002

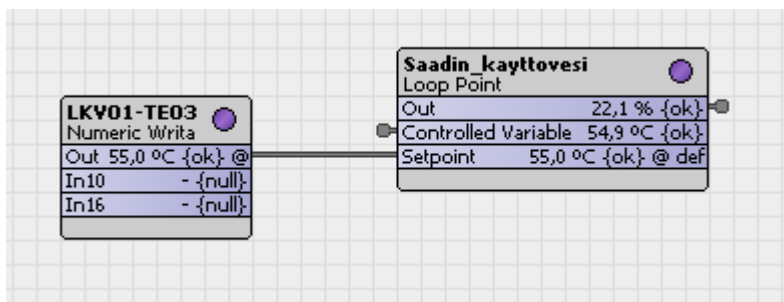
Kuva 9. IO-yksikön modbus-pisteet.

Energiamittarin pisteiden lisäys oli huomattavasti helpompaa. Ensin laitteen pisteet etsittiin automaattisella haulla ja sen jälkeen haetuista pisteistä valittiin käy-

tettäväksi halutut pisteet. Pisteiden nimi, mittayksikkö ja tarkkuus oli valmiiksi määritetty.

5.3.4 Käyttövesiverkoston säätö

Käyttövesiverkoston säätö oli yksikertainen rakentaa. Ohjelmaan tehtiin ensin piste asetusarvolle ja sitten säädin, joka pitää lämpimän käyttöveden menolämpötilan (LKV01-TE03) asetusarvossaan (kuva 10). Säätimen mittauspisteeseen oli siis linkitetty käyttöveden menolämpötilapiste. Säätimen lähtö ohjasi käyttövesiverkoston säätömoottorin asentoa. Säätimen käyntilupa määräytyi käyttövesiverkoston pumpun tilan mukaan. Jos pumppu jostain syystä sammui, lopetti säätöpiiri toimintansa, jotta käyttäjälle ei aiheutuisi vaaraa voimakkaasti vaihtelevasta käyttöveden lämpötilasta.



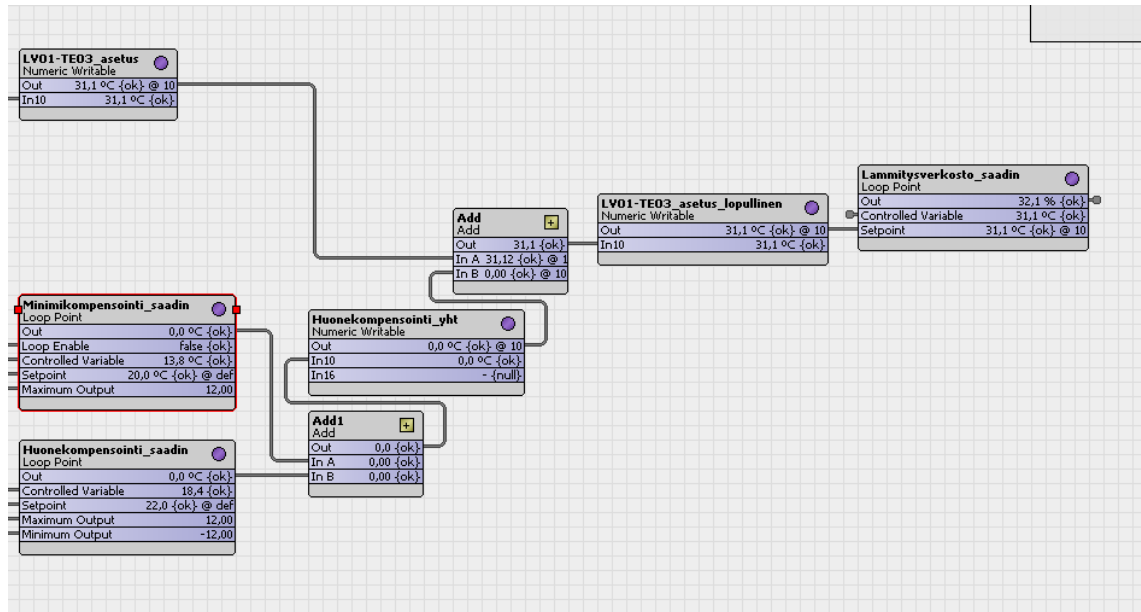
Kuva 10. Käyttöveden säätöpiiri.

Käyttöveden asetusarvoksi asetettiin alustavasti 55 °C, joka on vaatimus käyttöveden lämpötilalle (Ympäristöministeriö 2007, 8). Asetusarvoa oli mahdollista jälkikäteen muuttaa myös käyttöliittymästä.

5.3.5 Lämmitysverkoston säätö

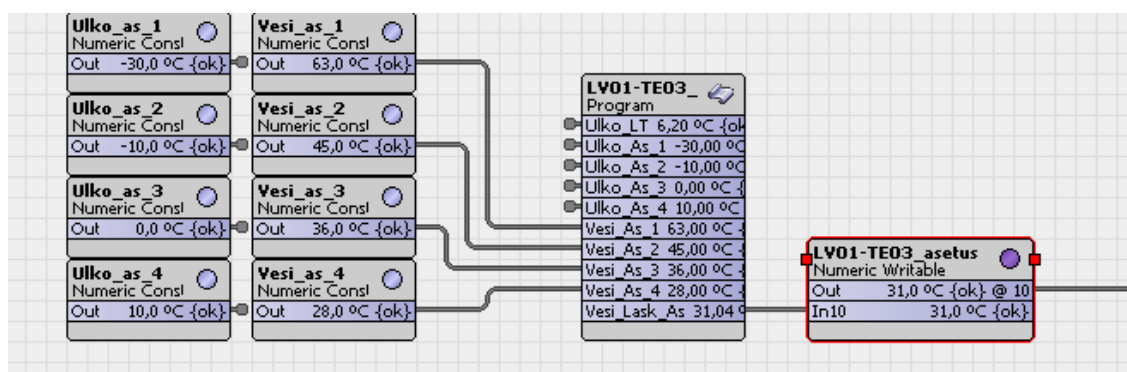
Lämmitysverkoston säädön toteutus oli tämän työn tärkein osa, koska se vaikuttaa eniten lämmityskustannusten kertymiseen. Lämmitysverkostoon tehtiin yksi pääsäädin, jonka lähtö ohjaa lämmitysverkoston säätöventtiiliä, joka säätelee

verkostoon menevän veden lämpötilaa. Pääsäätimen asetusarvoon vaikuttaa kolme eri asiaa, jotka esitellään seuraavaksi.



Kuva 11. Lämmitysverkoston pääsäädin ja siihen vaikuttavat tekijät.

Verkoston menoveden lämpötilaan vaikuttaa normaalisti vain ulkolämpötila (kuva 11). Ulkolämpötila on tässäkin säätöpiirissä ensisijainen asetusarvon lähde. Ohjelmaan tehtiin käyrä, johon määritetään neljä pistettä ulkolämpötilan arvoille, joita vastaa neljä asetusarvopistettä. Käyrän ensimmäinen piste toimii asetusarvon miniminä ja neljäs piste maksimina, jolloin asetusarvo pysyy aina näiden rajojen sisällä. Käyrän lähtö on yksi pääsäätimen lopulliseen asetusarvoon vaikuttava tekijä. Käyrän graafinen esitys on nähtävissä kuvassa 18.



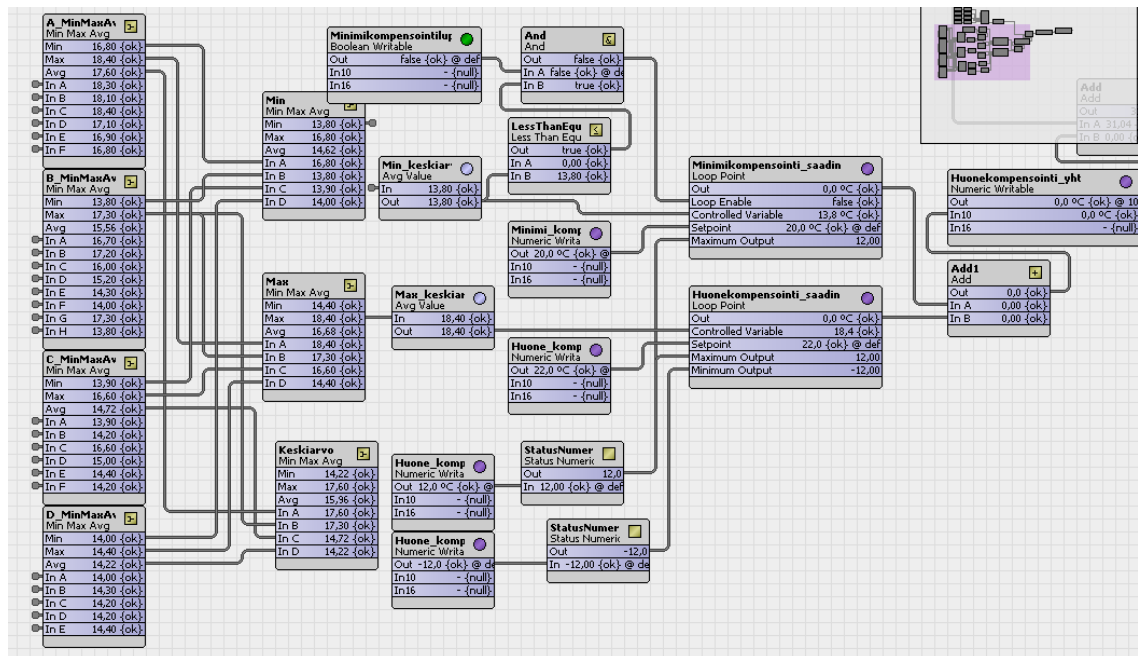
Kuva 12. Asetusarvon laskenta ulkolämpötilasta.

Tämän työn tärkein kohta energiansäästön kannalta oli liittää huoneistoista langattomasti saatavat huonelämpötilamittaukset osaksi säätöä (kuva 12). Turhia lämmityskustannuksia aiheuttavat eniten liian korkeat huonelämpötilat, joten niistä täytyy päästä eroon. Tämä onnistuu laskemalla lämmitysverkoston menevän veden lämpötilaa.

Ensiksi ohjelmaan tehtiin valinta, jolla saadaan valittua huonelämpötilamittauksen korkein arvo. Ohjelmaan tehtiin säädin, joka pitää maksimihuonelämpötilan asetusarvossaan nostamalla tai laskemalla ulkolämpötilakäyrältä saatavaa asetusarvoa tiettyjen raja-arvojen sisällä. Esimerkiksi, jos ulkolämpötilakäyrältä saadaan asetusarvo 50 °C ja huonekompensointisäätimeltä lisäys 6 °C, on lopullinen pääsäätimelle menevä lämmitysverkoston menoveden lämpötilan asetusarvo 56 °C.

Ohjelmassa otetaan myös huomioon huonelämpötilojen minimiarvo, jotta yksikään huonelämpötila ei laskisi missään tapauksessa liian alas, koska huonelämpötilasäädin säätää vain huoneistojen maksimilämpötilaa, eikä ota huomioon jonkin huoneiston lämpötilan laskemista liian alhaiseksi. Aluksi tehtiin ohjelmaan valinta, josta saadaan huoneistojen minimihuonelämpötila. Tästä lämpötilasta mitataan neljän tunnin ajalta keskiarvo, joten esimerkiksi hetkellisestä ikkunan avaamisesta johtuva lämpötilan muutos ei vaikuta säätöön. Ohjelmaan tehtiin säädin, joka nostaa pääsäätimelle menevää asetusarvoa, jos yhdenkin huoneiston minimilämpötila uhkaa laskea alle 20 °C:n. Säätimen lähdön minimiarvoksi tässä työssä annettiin 0 °C (säädin ei laske asetusarvoa, vaikka mi-

nimihuonelämpötila nousee) ja maksimiarvoksi ohjataan käänteisenä sama arvo kuin huonekompensointisäätimen minimiarvo on, jollain estetään se, että huonekompensointisäädin ei ohita huoneminimisäätöä missään vaiheessa.



Kuva 13. Huonekompensoinnin ja huoneminimin säätöpiirit.

5.3.6 Laskurit

Järjestelmässä seurataan energian- ja vedenkulutusta. Varsinkin energiankulutusta seuraamalla voidaan todeta järjestelmän saavuttamat taloudelliset säästöt.

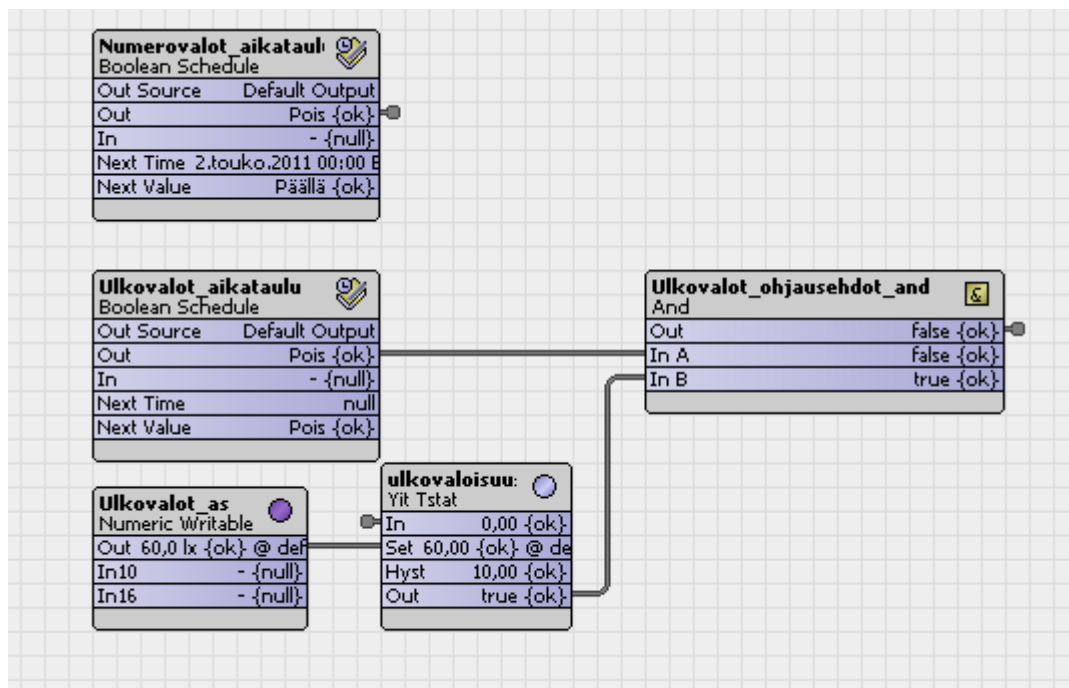
Energiankulutustieto saadaan M-Bus-väylään liitetystä energiamittarilta suoraan numeerisena arvona. Tämä arvo siirretään mittarilta ohjelmaan ja siitä lasketaan kulutus vuorokaudessa, kuukaudessa ja vuodessa. Energiankulutuksesta lasketaan ja näytetään käyttöliittymässä kuluvan ja edellisen päivän, kuukauden ja vuoden tiedot.

Vedenkulutus saadaan järjestelmään vesimittarilta tulevilta pulsseilta. Kun tietty määrä vettä on kulkenut mittarin ohitse, antaa mittari yhden pulssin. Kun tiede-

tään kuinka paljon tämä pulssien välinen vesimäärä on, voidaan kulutus helposti laskea. Vedenkulutuksesta lasketaan ja esitetään käyttöliittymässä kokonaiskulutus.

5.3.7 Valaistusten ja poistopuhaltimien ohjaus

Ohjelmaan tehtiin myös ohjaukset kiinteistöjen numerovaloille sekä pihan ulkovaloille (kuva 13). Numerovalot toimivat aikatauluohjatusti, kun taas pihavalot toimivat sekä aikataulu- että valaistusohjatusti. Pihavalot syttyvät siis, kun aikataulu on päällä ja ulkovaloisuus on määritellyn raja-arvon alapuolella. Valoisuuden taas noustessa sammuvat ulkovalot, kun valoisuusmittaus ylittää raja-arvon ja asetellun hystereesiarvon. Hystereesiarvoa käyttämällä estettiin valojen mahdollinen vilkkuminen, kun valoisuus on lähellä raja-arvoa. Valaistuksen raja-arvo on mahdollista määritellä myöhemmin käyttöliittymästä. Valoja voi ohjata myös käsin.



Kuva 14. Valaistuksen ohjaukset.

Poistopuhaltimien ohjelma tehtiin niin, että puhaltimet toimivat aikataulujen mukaan tai käsikäytöllä. Jokaista taloa kohti on yksi aikataulu ja ohjaus, jotka ohjaavat kyseisen talon kaikkia poistopuhaltimia.

5.3.8 Hälytykset ja historiat

Jokaiselle pisteelle ja säätimelle on mahdollisuus lisätä erilaisia ominaisuuksia kuten hälytyksiä ja historiatallennuksia. Hälytyspisteelle voidaan antaa raja-arvo, jonka alituttua tai ylityttyä järjestelmä antaa hälytyksen. Säätimelle voidaan antaa arvo, jonka sisällä mittausarvon ja asetusarvon erotus on pysyttävä, jottei hälytystä syntyisi. Pisteelle voidaan myös lisätä ominaisuus, joka tallentaa mittauksen arvon historiaan tietyin väliajoin tai kun arvossa tapahtuu tietyn suuruisia muutoksia.

Ohjelmaan tehtiin hälytykset kiertovesipumpuille, käyttöveden ylälämpötilarajalle, verkostojen pääsäätimille, sekä lämmitysverkoston paineelle. Myös langattomien antureiden paristojen varauksen alentumisesta saadaan hälytys. Järjestelmässä käytetyt hälytykset on nähtävissä kuvassa 15. Hälytykset asetettiin lähtemään GSM-modeemin kautta käyttäjän valitsemiin numeroihin.

Hälytysparametrit					
Piste	Parametrit	Hälytyksen tila	toOffnormal Enabled	toFault Enabled	Hälytysluokka
/Drivers/ModbusVäylä/MIO52_LJH/points/IO/LKV01-TE03	OutOfRangeAlarmExt	Normal	true	true	A
/Drivers/ModbusVäylä/MIO52_LJH/points/IO/LV01-PT04	OutOfRangeAlarmExt	Normal	true	true	A
/Drivers/ModbusVäylä/MIO52_LJH/points/IO/LV01-PU01_h	BooleanChangeOfStateAlarmExt	Normal	true	true	A
/Drivers/ModbusVäylä/MIO52_LJH/points/IO/LKV01-PU01_h	BooleanChangeOfStateAlarmExt	Normal	true	true	B
/Drivers/ModbusVäylä/MIO52_LJH/points/Ohjelmat/LV01/Lämmitysverkosto_saadin	LoopAlarmExt	Normal	true	true	A
/Drivers/ModbusVäylä/MIO52_LJH/points/Ohjelmat/LKV01/Saadin_kayttovesi	LoopAlarmExt	Normal	true	true	A
/Drivers/ModbusVäylä/FLTA/points/A/A1_Low_Battery	BooleanChangeOfStateAlarmExt	Normal	true	true	B
/Drivers/ModbusVäylä/FLTA/points/A/A3_Low_Battery	BooleanChangeOfStateAlarmExt	Normal	true	true	B
/Drivers/ModbusVäylä/FLTA/points/A/A4_Low_Battery	BooleanChangeOfStateAlarmExt	Normal	true	true	B
/Drivers/ModbusVäylä/FLTA/points/A/A4_2_Low_Battery	BooleanChangeOfStateAlarmExt	Normal	true	true	B
/Drivers/ModbusVäylä/FLTA/points/A/A4_3_Low_Battery	BooleanChangeOfStateAlarmExt	Normal	true	true	B
/Drivers/ModbusVäylä/FLTA/points/B/B5_Low_Battery	BooleanChangeOfStateAlarmExt	Normal	true	true	B
/Drivers/ModbusVäylä/FLTA/points/B/B5_2_Low_Battery	BooleanChangeOfStateAlarmExt	Normal	true	true	B
/Drivers/ModbusVäylä/FLTA/points/B/B6_Low_Battery	BooleanChangeOfStateAlarmExt	Normal	true	true	B
/Drivers/ModbusVäylä/FLTA/points/B/B7_Low_Battery	BooleanChangeOfStateAlarmExt	Normal	true	true	B
/Drivers/ModbusVäylä/FLTA/points/B/B8_Low_Battery	BooleanChangeOfStateAlarmExt	Normal	true	true	B
/Drivers/ModbusVäylä/FLTA/points/B/B9_Low_Battery	BooleanChangeOfStateAlarmExt	Normal	true	true	B
/Drivers/ModbusVäylä/FLTA/points/B/B10_Low_Battery	BooleanChangeOfStateAlarmExt	Normal	true	true	B
/Drivers/ModbusVäylä/FLTA/points/B/B10_2_Low_Battery	BooleanChangeOfStateAlarmExt	Normal	true	true	B
/Drivers/ModbusVäylä/FLTA/points/C/C11_Low_Battery	BooleanChangeOfStateAlarmExt	Normal	true	true	B
/Drivers/ModbusVäylä/FLTA/points/C/C11_2_Low_Battery	BooleanChangeOfStateAlarmExt	Normal	true	true	B
/Drivers/ModbusVäylä/FLTA/points/C/C12_Low_Battery	BooleanChangeOfStateAlarmExt	Normal	true	true	B
/Drivers/ModbusVäylä/FLTA/points/C/C13_Low_Battery	BooleanChangeOfStateAlarmExt	Normal	true	true	B
/Drivers/ModbusVäylä/FLTA/points/C/C14_Low_Battery	BooleanChangeOfStateAlarmExt	Normal	true	true	B
/Drivers/ModbusVäylä/FLTA/points/C/C14_2_Low_Battery	BooleanChangeOfStateAlarmExt	Normal	true	true	B
/Drivers/ModbusVäylä/FLTA/points/D/D15_Low_Battery	BooleanChangeOfStateAlarmExt	Normal	true	true	B
/Drivers/ModbusVäylä/FLTA/points/D/D16_Low_Battery	BooleanChangeOfStateAlarmExt	Normal	true	true	B
/Drivers/ModbusVäylä/FLTA/points/D/D17_Low_Battery	BooleanChangeOfStateAlarmExt	Normal	true	true	B
/Drivers/ModbusVäylä/FLTA/points/D/D18_Low_Battery	BooleanChangeOfStateAlarmExt	Normal	true	true	B
/Drivers/ModbusVäylä/FLTA/points/D/D19_Low_Battery	BooleanChangeOfStateAlarmExt	Normal	true	true	B

Kuva 15. Järjestelmän hälytystaulukko.

Järjestelmässä on useita mittauksia, joista jokainen tallennetaan historiaan. Lämmönjakokeskuksen lämpötila- ja painemittauksien ja huoneistojen lämpötilamittauksien arvot tallennetaan tunnin välein ja niiden tallennuskapasiteetti on tuhat arvoa per mittaus. Näin arvoja voidaan seurata melkein kahden kuukauden ajalta. Ainoastaan käyttövesiverkoston historiatiedot tallennetaan viiden minuutin välein, koska jos tallennusväli olisi suurempi, ei historiatiedot kertoisi tarpeeksi tarkasti käyttöveden lämpötilan pysymisestä asetusarvossaan. Järjestelmän energian- ja vedenkulutusmittausten arvot tallennetaan järjestelmään myös tunnin välein. Kulutustiedoilla ei sen sijaan ole kapasiteettirajoitusta, vaan niiden tiedot ovat saatavilla useita vuosia taaksepäin vain järjestelmän muistin ollessa rajana.

5.4 Käyttöliittymä

Järjestelmän käyttöliittymä tehtiin samalla ohjelmalla kuin logiikan ohjelmointi. Käyttöliittymää käytetään Web-selaimella, joten siihen on huollon ja muiden käyttäjien helppo päästä käsiksi ilman kalliita valvomo-ohjelmistoja.

Käyttöliittymässä on kolme eri käyttäjätasoa. Ensimmäinen eli korkein käyttäjätaso on järjestelmän hallitsija (admin), jolla on käyttöoikeudet kaikkiin järjestelmän pisteisiin ja ohjelmiin. Admin-käyttäjä voi ohjelmoida järjestelmää ja poistaa ja lisätä pisteitä, jos siihen on tarve.

Toinen taso on huoltokäyttäjä (service). Huoltokäyttäjä pääsee käsiksi järjestelmän yleisimpiin toimintoihin, esimerkiksi venttiilien asentojen käsiajoon tai asetusarvojen muuttamiseen. Huoltokäyttäjä voi hallita myös huoneistojen poistopuhaltimien ja pihan valaistuksen toimintaa. Huoltokäyttäjä ei pääse ohjelmoimaan järjestelmää.

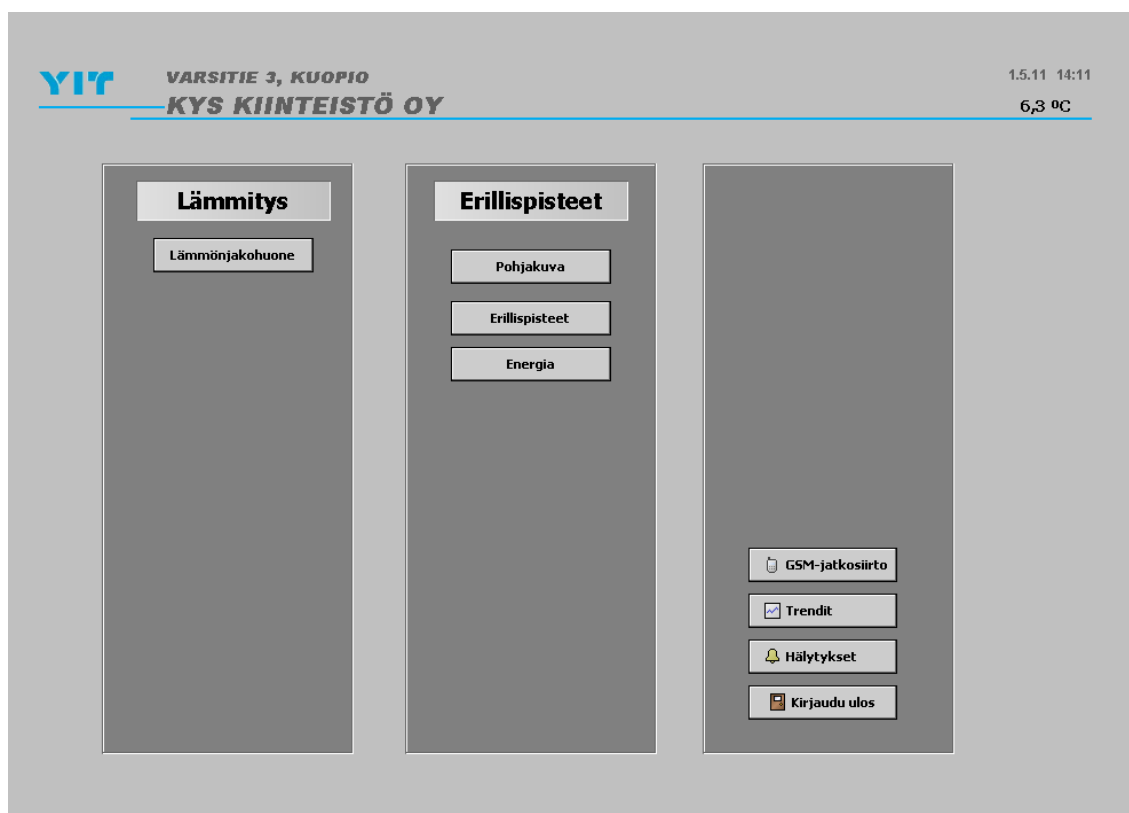
Alin käyttäjätaso on peruskäyttäjä (user). Peruskäyttäjän oikeudet on suurimmaksi osaksi rajattu. Peruskäyttäjä näkee kaikki mittaukset, asetusarvot ja oh-

jaukset, mutta ei pääse muuttamaan niitä. Peruskäyttäjän tunnukset voi antaa esimerkiksi kiinteistön asukkaille, joita kiinnostaa järjestelmän toiminta.

5.4.1 Etusivu

Etusivu (kuva 16) avautuu käyttöliittymässä ensimmäisenä sivuna, joten on tärkeää, että se on selkeä ja kertoo käyttäjälle mitä järjestelmä sisältää. Etusivulle täytyi sisällyttää linkit kaikille tärkeille järjestelmän sivuille.

Etusivulle tehtiin linkit lämmönjakokeskuksen ja erillispisteiden (poistopuhaltimien ja valaistusten ohjaus) hallintaan. Etusivulta pääsee suoraan myös katsomaan pihan pohjakuvaa, johon on merkitty kaikkien huoneistojen huonelämpötilamittausten arvot. Etusivulta on linkki myös hälytystietoihin, hälytyshistoriaan ja GSM-asetuksiin.

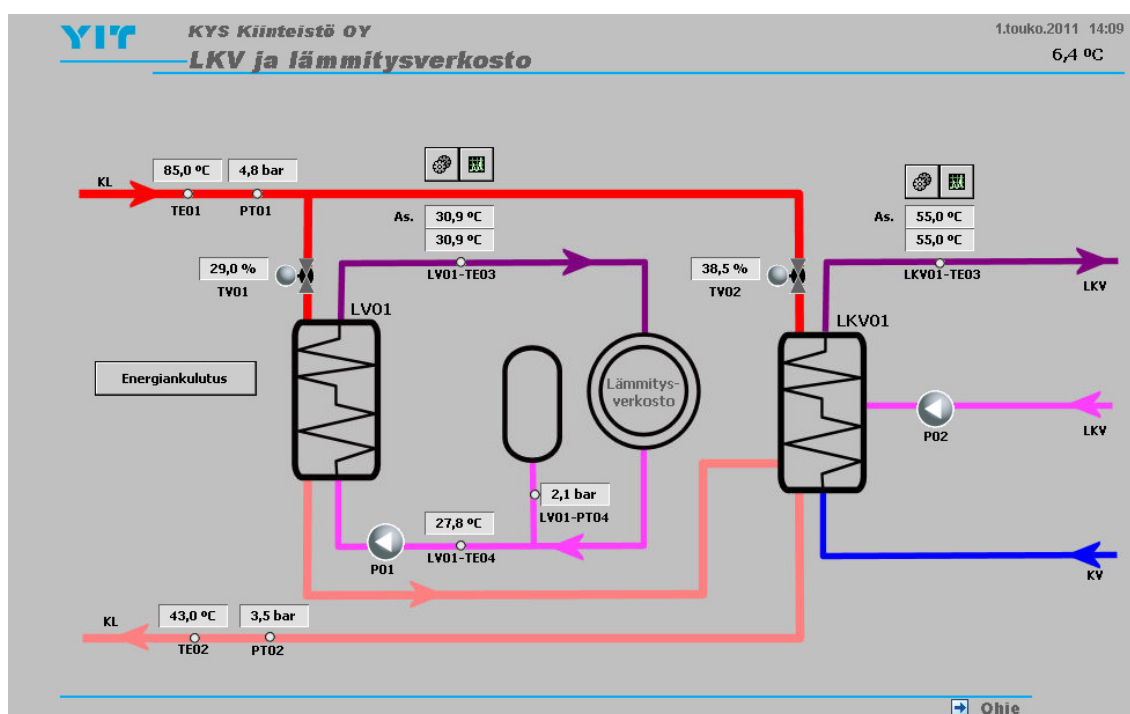


Kuva 16. Käyttöliittymän etusivu.

5.4.2 Lämmönjakokeskus

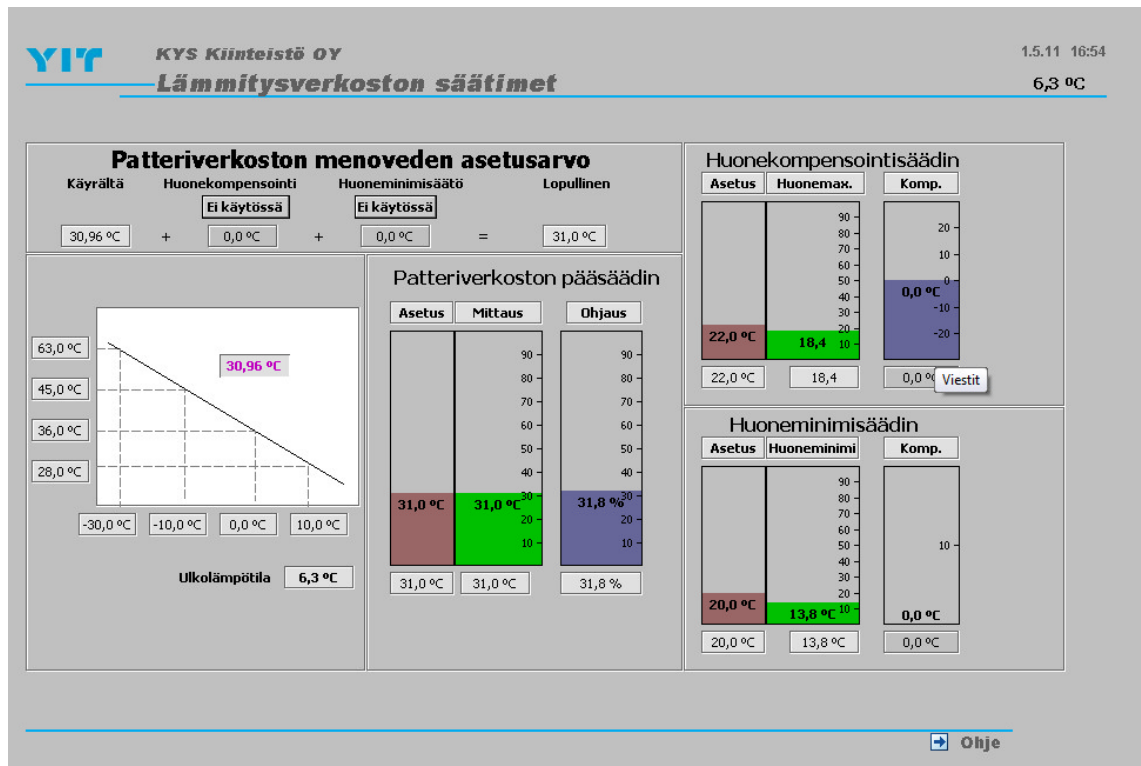
Lämmönjakokeskuksen käyttöliittymäsivulle (kuva 17) laitettiin näkymään kaikki keskuksen lämpötilamittaukset, painemittaukset ja venttiilien ohjaukset. Kuvasta näkyy myös lämmönjakokeskuksen yksinkertaistettu kokoonpano.

Sivulta on linkki järjestelmän energiankulutussivulle, jossa on esitetty kaikki tärkeimmät tiedot energiakulutuksen osalta. Sivun kautta voidaan vaihtaa järjestelmän asetusarvoja, jos käyttäjätaso sen sallii. Sivulta on mahdollista ohittaa säätimiltä tulevat venttiilien asennot ja määrittää ne käsin.



Kuva 17. Lämmönjakokeskuksen käyttöliittymäsivu.

Sivulta on linkki lämmitys- ja käyttövesiverkoston hallintasivuille. Näiltä sivuilta on mahdollisuus nähdä verkostojen säätimien mittaus-, asetus- ja säätöarvot. Lämmityksen hallintasivuilta (kuva 18) voi myös ottaa käyttöön tai pois huonekompensointisäätimet ja seurata niiden vaikutusta lopulliseen lämmitysverkoston menoveden asetusarvoon.

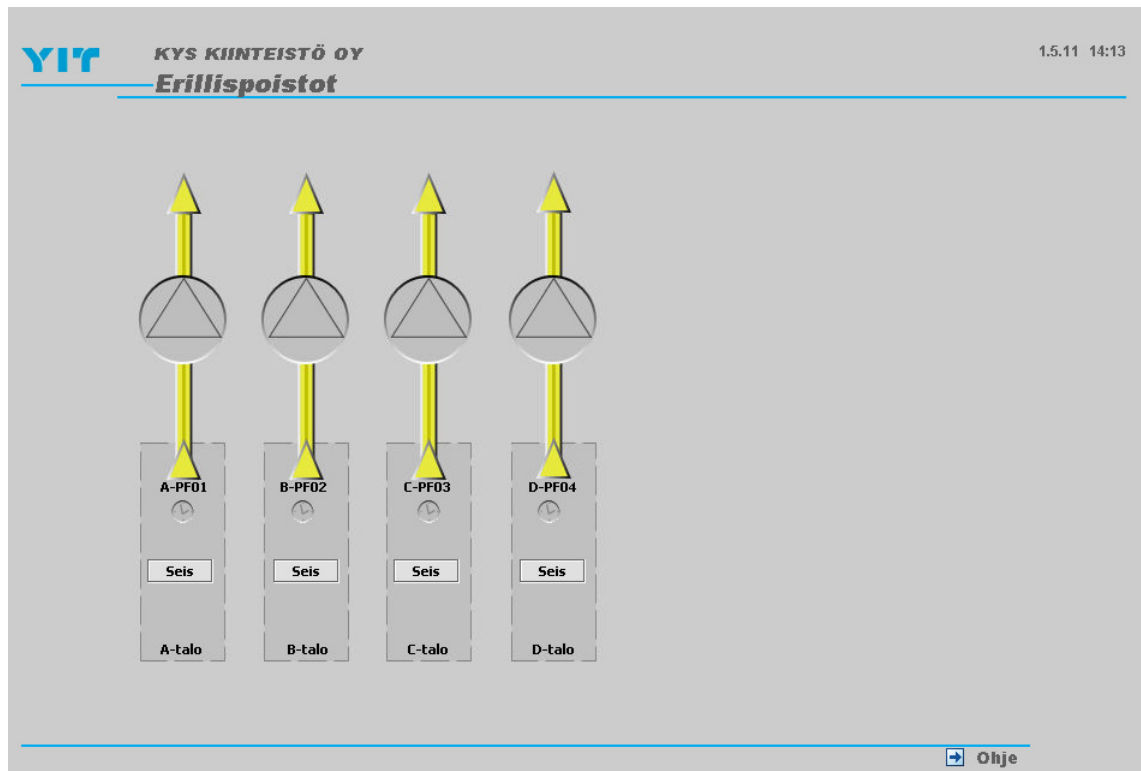


Kuva 18. Lämmitysverkoston säätimet.

5.4.3 Erillisohjaukset

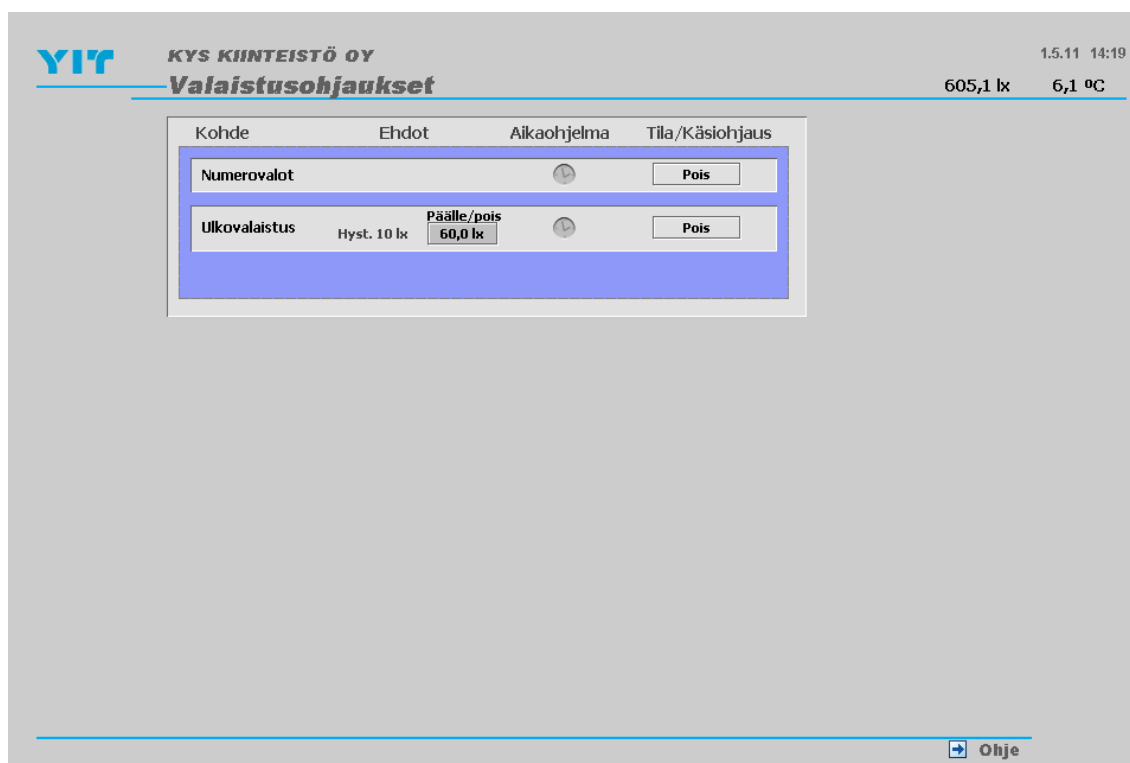
Käyttöliittymään tehtiin sivu valaistuksen ja poistopuhaltimen ohjauksille. Molempien toiminnot eriteltiin omille sivuilleen selkeyden ylläpitämiseksi.

Poistopuhaltimien sivulla (kuva 19) näytetään puhaltimien tila (seis, hidas tai nopea) ja aikataulun tila. Sivun kautta onnistuu myös poistopuhaltimien käsiohjaus.



Kuva 19. Erillispoistojen ohjausten käyttöliittymäsivu.

Valaistuksen ohjausten sivulla (kuva 20) näkyy onko ohjauksen aikataulu aktiivinen vai ei. Ulkovalaistuksen kohdalla näytetään myös raja-arvo, jossa valaistus kytketään päälle tai pois. Automaattinen valojen ohjaus voidaan ohittaa grafiikalta käsin, eli valoja voidaan kytkeä käsin päälle tai pois.



Kuva 20. Valaistusten ohjauksen käyttöliittymäsivu.

5.4.4 Energiankulutus

Koska energiankulutus on työn tärkein osa-alue, tehtiin sitä varten oma sivu käyttöliittymään. Sivulta näkee kaukolämmön energiankulutukseen liittyviä arvoja, kuten energiankulutuksen edellisenä ja kuluvana vuorokautena, kuukautena ja vuotena.

Sivulta on nähtävissä myös energiamittarilta saatavat tiedot, muun muassa mittarin käyttötunnit, mittarin valmistenumero, kaukolämmön teho, veden virtaama, meno- ja paluuviesien lämpötilat ja näiden erotus. Vedenkulutuksen mittaustieto lisättiin myös energiankulutuksen sivulle, koska sille olisi turha ollut tehdä omaa sivua.

5.4.5 Käyttöliittymän muut toiminnot

Järjestelmässä on raportointitoiminto joka tulostaa jokaisen kuukauden jälkeen raportin kyseisen kuun energian kulutuksesta. Raportissa näkyy energiankulutuksen minimi-, maksimi- ja keskiarvot jokaisen päivän mittauksista ja jokaisen päivän kokonaiskulutus kyseiseltä kuukaudelta. Arvot näkyvät numeerisena ja viivagraafina.

Järjestelmä muodostaa vuoden vaihtuessa automaattisesti myös vuosiraportin, jossa näkyy jokaiselta kuukaudelta yksittäisen päivän minimi-, maksimi-, ja keskiarvot ja jokaisen kuukauden energiankulutus yhteensä. Myös tässä raportissa arvot näkyvät numeerisena ja viivagraafina.

5.5 Ensitestaus

Automaatiojärjestelmä testattiin ensin toimeksiantajan tiloissa niin pitkälle kuin mahdollista, ennen sen siirtämistä oikeaan kohteeseen. Tämä tehtiin siksi, jotta nähtäisiin mahdolliset virheet ohjelmassa jo ennen sen paikoilleen kytkemistä. Jos järjestelmä olisi testattu aluksi vasta käyttöönottovaiheessa, olisi ollut mahdollista, että virheistä olisi aiheutunut turhia ongelmia, esimerkiksi käyttöveden jäähtyminen, joka olisi estänyt muun muassa asukkaiden suihkussa käymisen.

Pöydällä järjestelmässä testattiin, että kaikki lämpötilamittaukset, ohjaukset, tilatiedot ja säädöt ovat ohjelmassa kytketty oikeaan pisteeseen. Tämä testattiin käyttämällä lämpötila-anturia kiinni ja katsomalla käyttöliittymästä ja ohjelmasta, että piste ilmaantuu oikeaan kohtaan. Samoin tehtiin tilatiedoille. Ohjaukset saatiin helposti testattua relekortin avulla; kun ohjaus oli päällä naksatti rele. Säätöjä testattiin yleismittarilla; lähdöt ovat 0-10 voltin lähtöjä, eli kun mittari näytti viittä voltia, täytyi käyttöliittymässä venttiilin säädön olla 50 %.

Lisäksi testattiin langattomien lähettimien toiminta varmistamalla, että käyttöliittymässä jokaiselle mittaukselle tulee tulos. M-Bus-kortin toiminta saatiin testattua ylimääräisellä energiamittarilla, jonka toiminta testattiin lukemalla tiedot

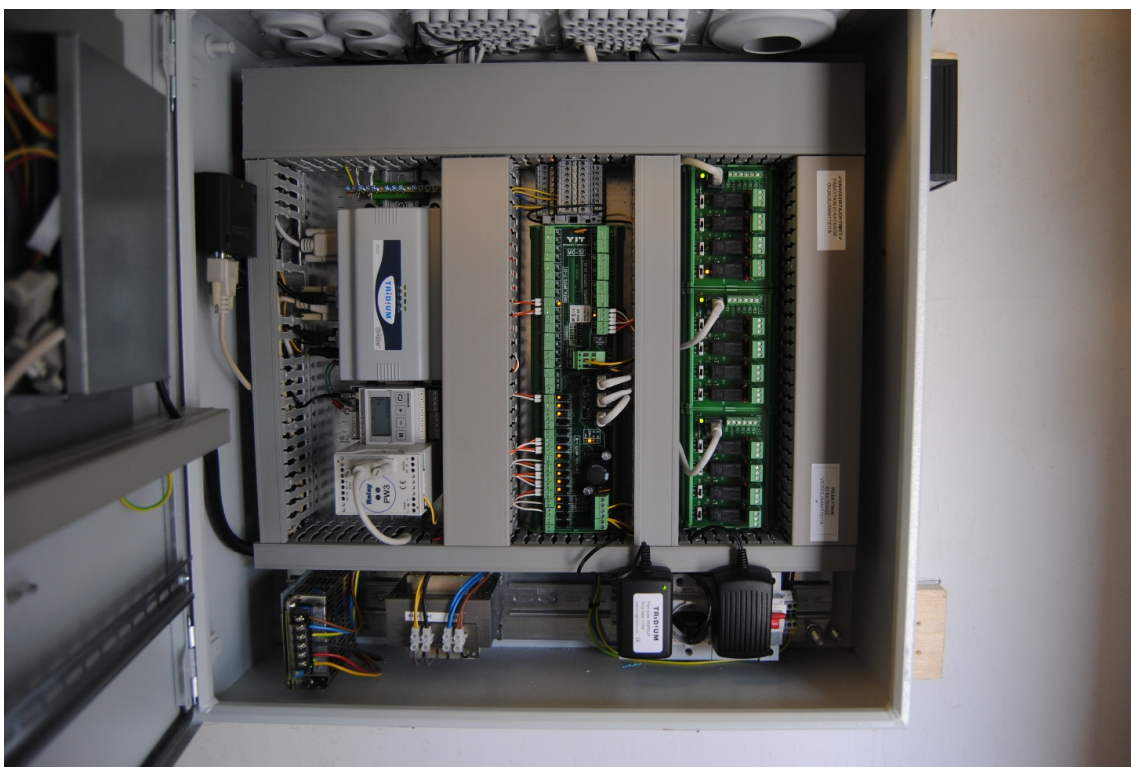
käyttöliittymään. GSM-modeemin toiminta saatiin testattua lähettämällä ohjelmointiohjelman kautta testitekstiviesti omaan matkapuhelimeen.

5.6 Lämmönjakokeskuksen laitteiston asennus ja käyttöönotto

Järjestelmän asennus kohteeseen toteutettiin niin sanotusti yliheittona, eli vanha järjestelmä oli käytössä niin pitkään kuin uusi järjestelmä asennettiin. Tällöin lämmityksessä ei aiheudu turhia katkoja, eikä käyttöveden lämpötila vaihtelee liian paljoa. Asennus aloitettiin kiinnittämällä alakeskus seinälle ja liittämällä alakeskuksen päästä antureille, lähettimille ja toimilaitteille menevät johdot paikoilleen, sekä kytkemällä uuden keskuksen virransyöttö. Vanhat anturit ja toimilaitteet olivat kiinnitetty vanhassa keskuksessa riviliittimille, jotka jätettiin paikoilleen ja uudelta keskukselta tulevat johdot kytkettiin näillä riviliittimille, jolloin antureiden ja toimilaitteiden johdotuksiin ei tarvinnut koskea.

Seuraavaksi lisättiin uudet painelähettimet ja lämpötila-anturit järjestelmään ja vaihdettiin lämmitysverkoston säätömoottori. Vanhat analogiset mittarit säilytettiin lisäämällä putkeen t-haara, jonka toiseen haaraan asennettiin uusi painelähetin ja toiseen vanha mittari. Kun tarvittavat lisäykset ja muutokset ja johdotus uudelta alakeskukselta vanhalle oli valmis, aloitettiin antureiden ja toimilaitteiden irtikytkentä vanhalta keskukselta ja kytkettiin uudelta keskukselta tulevat johdot paikoilleen. Tämä tehtiin alakeskuksen ollessa virrattomana ja säätömoottoreiden ollessa käsiajolla. Virrat kytkettiin takaisin vasta, kun kaikki johdotukset oli tehty, koska säätöjärjestelmä ei olisi toiminut kunnolla ennen sitä.

Kuvassa 21 on uusi alakeskus. Keskuksen vasemmalle seinälle on sijoitettu GSM-modeemi. Keskuksen takaseinässä vasemmassa reunassa ylhäältä katsoen ensimmäisenä Jace-logiikka, seuraavaksi langattomien lähettimien tukiasema ja alimpana M-Bus-master-yksikkö. Keskuksessa keskellä sijaitsee MIO-52-IO-yksikkö. Vasempaan reunaan on sijoitettu relekortit. Keskuksen alareunasta löytyy vasemmalta katsoen ensimmäisenä kosketusnäyttö-PC:n virtalähde, 24 Vac-virtalähde muille laitteille ja pistorasiat logiikalle, GSM-modeemille ja 3G-tukiasemalle.

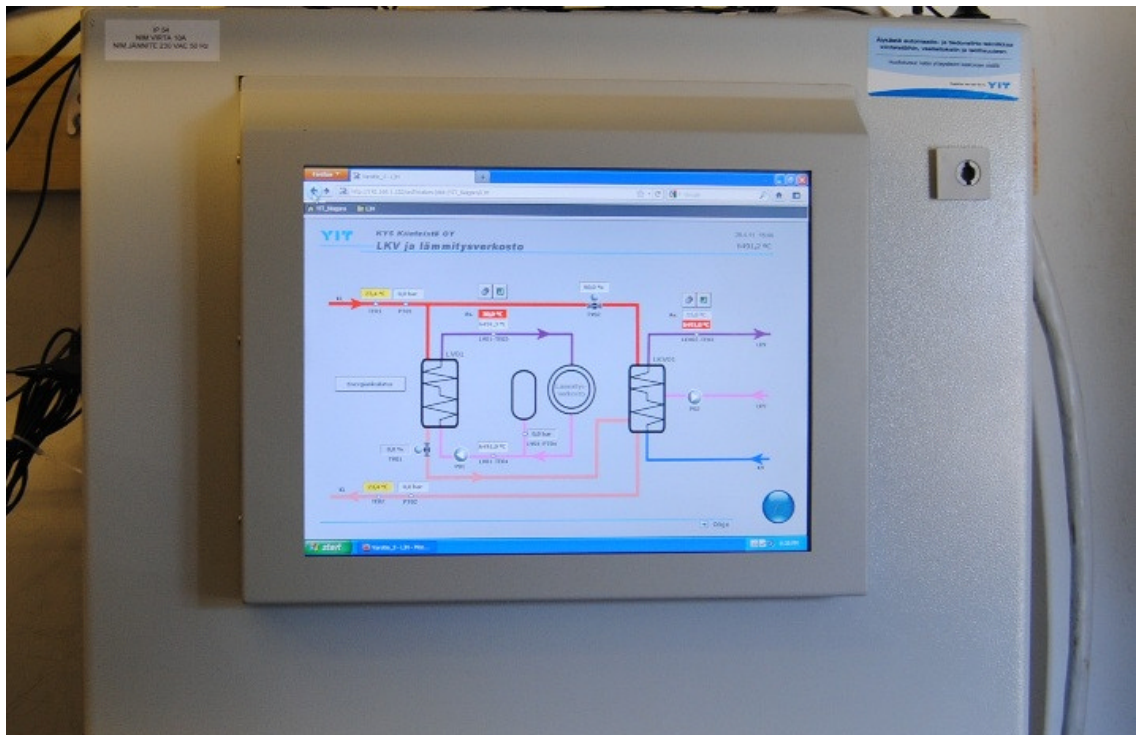


Kuva 21. Järjestelmän uusi alakeskus sisältä.

Kun kaikki anturit, lähettimet ja toimilaitteet olivat kytketty aloitettiin järjestelmän käyttöönotto. Alakeskukseen kytkettiin virta ja järjestelmän käyttöliittymästä (kuva 23) seurattiin säätöjen toimivuutta. Uusi järjestelmä näkyy kuvassa 22. Pienillä säätimien parametrien muutoksilla saatiin lämmitys- ja käyttövesiverkoston säädöt toimimaan halutulla tavalla.



Kuva 22. Nykyinen lämmönjakokeskus.



Kuva 23. Järjestelmän käyttöliittymän kosketusnäyttö alakeskuksen kannessa.

5.7 Jatkotoimenpiteet

Langattomat lähettimet tullaan asentamaan paikoilleen huoneistoihin mahdollisimman pian huoltoyhtiön toimesta. Sen jälkeen täytyy selvittää tarvitaanko verkkoon lisätä toistimia vai ei. Mahdollisten toistinten paikat saadaan etsittyä langattomien lähettimien konfigurointityökalulla. Kun langattomat lähettimet ovat asennettu, viimeinen osa työtä on huonekompensointisäädinten parametrien viritys sopiviksi.

Saaduista tiedoista poiketen, kaukolämmön energiamittari ei ollut yhteensopiva M-Bus-kortin kanssa, joten mittari joudutaan vaihtamaan uuteen. Kaukolämmön energiatiedot tai lämpötilamittaukset eivät ole saatavilla ennen sitä. Mittari tullaan vaihtamaan myös lähiaikoina.

Työn jälkitoimenpiteisiin kuuluu myös asiakkaan toimesta tehtävä linjasäätöventtiilien tarkastus ja mittaus. Linjasäätöventtiilit säätävät eri taloille menevän veden määrää, joten kun langattomat lämpötilamittaukset on asennettu, voidaan helposti säätää linjasäätöventtiilit niin, että jokainen talo saa tasan tarkkaan tarvitsemansa määrän vettä, jolloin kaikissa asunnoissa on sama lämpötila.

Uuden järjestelmän vaikutuksia energiankulutusta ei tässä opinnäytetyössä seurata, vaan energiankulutusta seurataan toimeksiantajan ja asiakkaan toimesta pitkän aikaa eteenpäin. Tässä opinnäytetyössä ei näitä tuloksia esitetä, koska luetettavia tietojen saamiseksi energiantehokkuuden parantamisesta tarvitaan mittaustulokset vähintään vuoden ajalta, mitä opinnäytetyön aikataulu ei salli. Asiakkaalla ja toimeksiantajalla on mahdollisuus käyttöliittymän kautta helposti tulostaa tarvittavat raportit seurantaa varten.

6 Pohdinta

6.1 Ajatuksia työn tekemisestä

Työnä tehtävä oli mielenkiintoinen ja haastava. Oli hienoa olla mukana etsimässä uusia ratkaisuja energiankulutuksen hallinnassa ja tekemässä työtä toimeksiantajan uusien ratkaisujen testauksessa. Tulevaisuudessa nähdäänkin oliko langattomien antureiden käytöstä hyötyä ja kannattaako toimeksiantajan käyttää tällaista järjestelmää muissakin kohteissa. Jos tulokset ovat positiivisia, voi toimeksiantaja laajentaa toimintaansa myös pienempiin kohteisiin entistä paremmin.

Kokonaisuutena työ oli looginen. Vanhoissa lämmönjakokeskuksissa on monesta suuria puutteita energiatehokkuuden kannalta. Tässä työssä keskuksen energiatehokkuus nostettiin nykytasolle ja mahdollisesti paljon sen yläpuolellekin. Tämä tehtiin pienillä ja edullisilla muutoksilla. On olemassa muitakin keinoja energiatehokkuuden parantamiseksi, esimerkiksi aurinkoenergian käyttö, mutta

tässä tapauksessa niiden kustannukset voivat olla suuremmat kuin niistä saatava hyöty.

Työtä tehdessä tuli vastaan paljon uusia asioita. Työn edetessä tuli selväksi tämänkaltaisen saneerausprojektin työvaiheet ja -tavat. Suunnitelmia tehdessä tuli esittely, kuinka eri asioita pitää ottaa huomioon suunnitellessa uutta alakeskusta. Logiikan ohjelmointi oli haastavaa, mutta samalla mukavaa. Aikaisempaa kokemusta minulla ei logiikasta tai ohjelmointiohjelmasta ei juurikaan ollut. Varsinkin raporttien rakentaminen oli uusi asia, jopa ennen kyseistä logiikkaa käyttäneille, joten apua ei löytynyt muualta kuin ohjelmointiohjelman ohjeista ja valmistajan keskustelupalstoilta. Illan tunnit kuluivatkin monesti keskustelupalstoja selatessa ja uusia tapoja koitellessa.

Uusia asioita tuli myös muissa osa-alueissa. Langattomista mittauksista ei minulla ollut juurikaan aikaisempaa kokemusta, joten lähes kaikki niihin liittyvä, oli uutta. Alakeskuksen asennuksesta minulla oli hieman kokemusta edellisenä kesänä suorittamani työharjoittelun pohjalta ja toimeksiantajalta oli saatavilla apua, esimerkiksi alakeskuksen virransyöttöjohtojen kytkennässä ja paineantureita varten asennettavien t-haarojen asennuksessa.

6.2 Työn onnistuminen

Työn tavoitteet tulivat lähes saavutetuksi, eli alakeskus saatiin kasattua, järjestelmä ohjelmoitua ja alakeskus saatiin asennettua paikoilleen. Ainoastaan asennuksen osalta jäi puuttumaan langattomien lähettimien ja energiamittarin M-Bus-kortin asennus. Nämäkin lisäykset tullaan tekemään pian, mutta opinäytetyön kirjallisen osuuden aikataulun takia niiden asennuksesta ei tässä opinäytetyössä ehditä kertoa.

Itse lämmönjakokeskuksen automatiikka toimi säädinten viritysten jälkeen moitteettomasti, eikä sen suhteen lisätöitä tarvittu. Langattomat lähettimekset tuotiin valmiiksi lämmönjakokeskukseen odottamaan asennusta ja samalla voitiin tarkistaa, että lähettimekset mittaustiedot saatiin luettua. Lisäksi ensitestauksessa

saatiin energiamittarilta luettua kaikki tiedot oikein, joten työn loppuvaiheessa-
kaan tuskin on ongelmia tiedossa.

Yksi tavoitteista, etäkäyttömahdollisuus, testattiin ja testauksen perusteella voitiin todeta, että etäkäyttöliittymä oli toimiva. Myös etäyhteys ohjelmointiohjelman kautta onnistui, joten mahdollisia korjauksia tai lisäyksiä on helppo tehdä tulevaisuudessa.

6.3 Mahdollisia jatkokehitystoimenpiteitä

Energiankulutuksen pienentämiseksi olisi hyvä uusia lämmitysverkoston kierto-vesipumppu sellaiseksi, jota voi ohjata alakeskukselta, jotta lämmitystarpeen puuttuessa, esimerkiksi kuumana kesäpäivänä, voisi pumpun pysäyttää energian säästämiseksi. Molemmat pumput voisivat olla mahdollisesti taajuusmuuttajaohjattuja, mikä sekin säästäisi energiaa.

Lämmönjakokeskusten laitteiston energiatehokkuuden kehittyessä koko ajan olisi syytä tarkastella myös lämmityslaitteiston (esimerkiksi lämmönvaihtimet ja säätöventtiilit) uusimista sen kustannusten ja saatavien säästöjen kannalta. Koska uutta alakeskusta voidaan sen ohjelmoitavuuden vuoksi käyttää myös kokonaan uudessa järjestelmässä, ei laitteiston uusimisesta aiheudu säätöjärjestelmän osalta kuluja.

7 Lähteet

Oinonen, A. 2010. MIO-52 Modbus IO-kortti. Pdf. Sähköposti. 13.4.2011. Vastaukset Niko Puuronen.

Produal OY. 2009. FLTA käyttöohje.

http://www.produal.fi/folders/Files/K%C3%A4ytt%C3%B6ohjeet/FLTA_kayttoohje_fi.pdf. [20.3.2011.]

Produal OY. 2010a. FLTA tekninen esite.

<http://www.produal.fi/folders/Files/Tekniset%20esitteet/FLTA.pdf>. [2.4.2011]

Produal OY. 2010b. TEFL tekninen esite.

<http://www.produal.fi/folders/Files/Tekniset%20esitteet/TEFL.pdf>. [2.4.2011]

Seppänen, O. & Seppänen, M. 1996. Rakennusten sisäilmasto ja LVI-tekniikka. Espoo: SIY Sisäilmastietä OY.

Suomen LVI-liitto ry. 1999. Jorma Säteri (toim.). Lämmitys 2000, lämmitysjärjestelmien oikea käyttö ja kunnossapito. Suomen LVI-liitto ry., julkaisu 10.

Tridium Europe LTD. 2009. Jace 2/6 datasheet.

http://tridumeurope.com/storage/casestudies/TridiumEuropeDatasheet_jace2jace6_1258917852.pdf. [2.4.2011.]

Tossavainen, T. 2009. Lämmönsiirrin. Danfoss Oy.

<http://www.taloyhtio.net/talotekniikka/lammitys/lammonsiirrin/default.html>. [4.4.2010.]

VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. 2003a. Mikä on paisuntasäiliö?

<http://www.rte.vtt.fi/webdia/kaukolampo/opastus/faq.asp?Viite1=KF19>. [4.4.2011.]

VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. 2003b. Mikä on suljettu paisuntasäiliö?

<http://www.rte.vtt.fi/webdia/oljylampo/opastus/faq.asp?Viite1=OF256>. [4.4.2011.]

VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. 2003c. Mikä on avoin paisuntasäiliö?

<http://www.rte.vtt.fi/webdia/oljylampo/opastus/faq.asp?Viite1=OF255>
[4.4.2011.]

VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. 2003d. Mikä on lämmitysverkoston kiertovesipumppu?

<http://www.rte.vtt.fi/webdia/oljylampo/opastus/faq.asp?Viite1=OF222>.
[4.4.2011]

VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. 2003e. Mikä on käyttövesiverkoston kiertovesipumppu?

<http://www.rte.vtt.fi/webdia/oljylampo/opastus/faq.asp?Viite1=OF223>.
[4.4.2011.]

VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. 2003f. Mikä on lämmönsiirrin?

<http://www.rte.vtt.fi/webdia/kaukolampo/opastus/faq.asp?Viite1=KF1>.
[4.4.2011.]

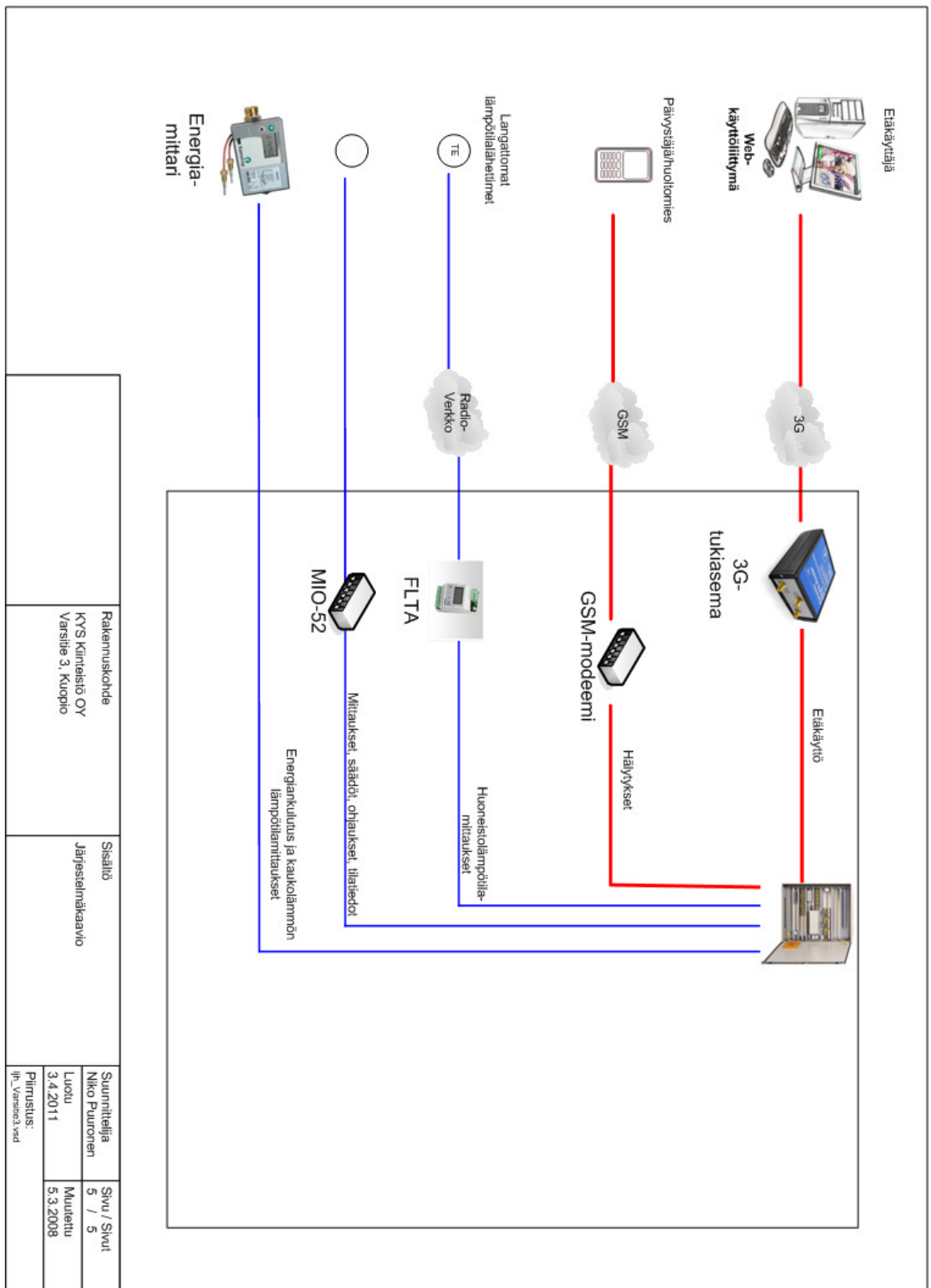
Wilhelms, T. 2010. Kaukolämpö 2009 graafeina. Energiateollisuus ry.

http://www.energia.fi/fi/tilastot/kaukolampotilastot/kaukolammitys/kaukolampovuosi_2009_diat.ppt. [10.2.2011.]

Ympäristöministeriö. 2007. D1 Rakentamismääräyskokoelma: Kiinteistöjen vesi- ja viemärilaitteistot, määräykset ja ohjeet 2007.

<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=241364&lan=fi>. [4.4.2011.]

Järjestelmäkaavio



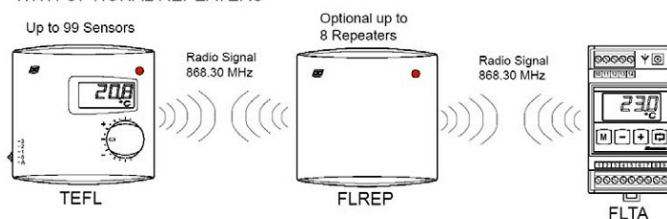
Laiteluettelo**Varsitie 3,
Kuopio**

Tunnus	Tarkenne	Tyyppi
KL01-PT01	Painelähetin, verkosto	0 - 10 V / 0 - 10 bar / 24 VAC
KL01-PT02	Painelähetin, verkosto	0 - 10 V / 0 - 10 bar / 24 VAC
LV01-TE03	Lämpötila-anturi, verkosto	NTC10k
LV01-TE04	Lämpötila-anturi, verkosto	NTC10k
LV01-PT04	Painelähetin, verkosto	0 - 10 V / 0 - 10 bar / 24 VAC
LV01-TV01	Säätöventtiili ja -moottori	0 - 10 V / 24 VAC
LV01-PU01	Kiertovesipumppu	3 x 230 V / On - off
LKV-TE03	Lämpötila-anturi, käyttövesi	NTC10k
LKV-TV01	Säätöventtiili ja -moottori	0 - 10 V / 24 VAC
LKV-PU01	Kiertovesipumppu	230 V / On - off
ULT-TE00	Lämpötila-anturi, ulko	NTC10k
UV-LX00	Valoisuuslähetin	0 - 10 V
25 kpl	Lämpötilalähetin, langaton	TEFL
Lisäksi		
	Logiikka	Tridium Jace 230
	IO-yksikkö	YIT MIO-52
	M-Bus-master	Relay PW-3
	Langattomien lähettimien tukiasema	Produal FLTA
2 kpl	Langattomien lähettimien signaalitoistin	Produal FLREP
	GSM-modeemi	Siemens MC35i
	Kaukolämmön energiamittari + M-Bus-väyläkortti	Kamstrup Multical 601
	3G-tukiasema	Teltonika RUT-105

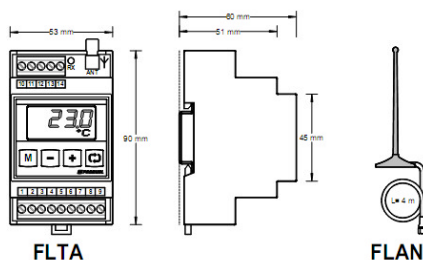
TOIMINTAKAAVIO

FLTA toimii tukiasemana langattoman verkon lähettimille, joiden mittaukset ja ohjaukset saadaan tukiaseman välityksellä siirtymään Modbus-RTU protokollaa tukeviin järjestelmiin. Lisäksi enintään 8 lähettimen mittaukset voidaan suoraan ohjata FLTA:n 0-10V lähtöihin.

WITH OPTIONAL REPEATERS



Radiosignaalin tiellä olevat esteet vaikuttavat kantamaan. Esteettömässä tilassa (sisällä tai ulkona) kantama on n.500 metriä, mutta rakenteet voivat rajoittaa kantaman noin 20..100 metriin. Kantamaa voi lisätä enintään kahdeksalla toistinasemalla, jolloin jokainen laajentaa signaalin kantamaa vastaavasti.



FLSER

Langattoman verkon lähettimet yhdistetään tukiasemaan FLSER käyttöönottotyökalun avulla.

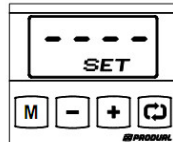
FLREP

Tarvittaessa lisää kantamaa, voidaan lähettimien ja tukiaseman väliin asentaa 1 - 8 kpl FLREP toistinasemia, joilla varmistetaan kantama hankalissakin olosuhteissa.

FLTA**FLTA TUKIASEMAN KÄYTTÖÖNOTTO**

Syöttöjännitteen kytkemisen jälkeen vielä tehdasasetuksissaan olevan FLTA:ssa näyttöön tulee versionumero, ja heti tämän jälkeen vilkkuva SET (kuva alla) sen merkiksi, että laitetta ei vielä ole käytöön otettu.

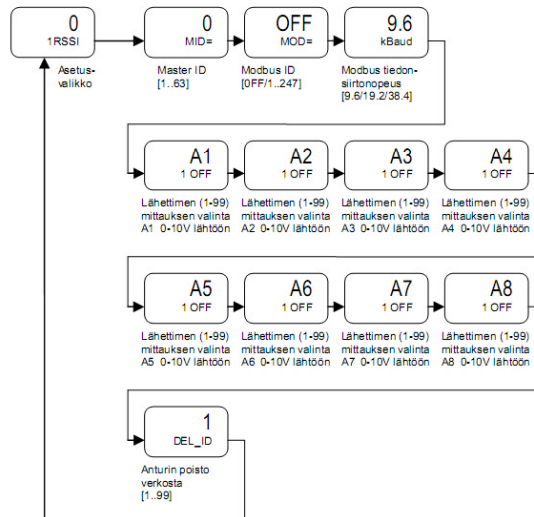
Paina [M]-näppäintä n. 5 s. käydäksesi tukiaseman valikon läpi. Säädin tallioi muutetut arvot, kun valikosta poistutaan. Paina +/- näppäintä halutessasi muuttaa jotain arvoa tai tilaa valikossa.



FLTA tukiasema esittää näppäimistöltä valittua mittausta.

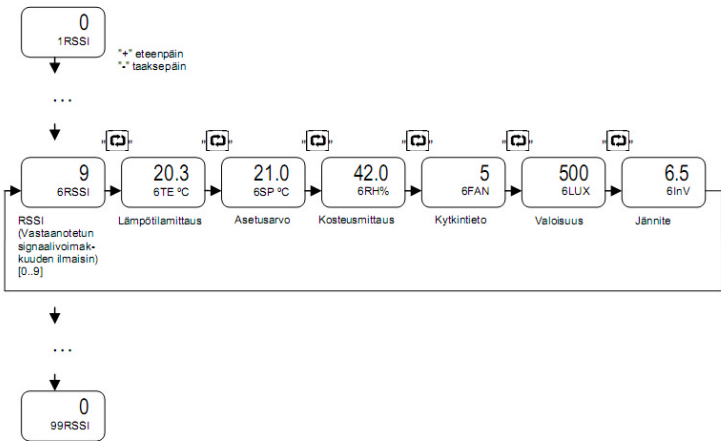
Säätimessä on neljä (4) kosketusherkkää näppäintä (katso kuva).

- "+/-"-näppäimillä selataan langattomia lähettimiä ..99.
- [Circular Arrow]-näppäimellä selataan yksittäisen langattoman lähettimen mittauksia.

VALIKKO

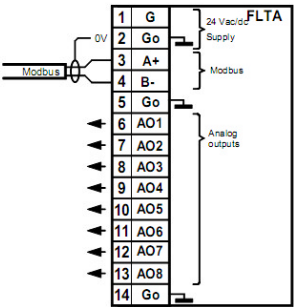
FLTA

KÄYTTÄJÄTILA



KYTKENTÄKAAVIO

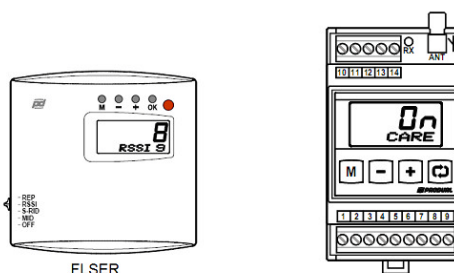
HUOM! Sähkökytkentätyöt saa suorittaa vain ammattilainen.



FLTA

KANTAMAN TESTAAMINEN

1. FLTA tukiaseman käyttöönoton jälkeen asetetaan käyttöönottoyökalun (FLSER) kytkin RSSI asentoon (kuva alla).
2. Tukiaseman näyttöön tulee "On CARE" teksti ja vastaanotosta kertova RX-led vilkkuu nopeasti.
3. Nyt voidaan käydä läpi lähettimien suunnitellut sijoituspaikat ja todeta kantama. HUOM! Kantaman todentamiseksi FLSER käyttöönottolaitetta ei suositella pidettävän kädessä, koska se häiritsee kentänvoimakkuusmittausta (esteetön radiotie)
4. FLSER:in näytöstä voidaan nyt lukea tukiaseman (pieni numero) ja lähettimen (iso numero) mittaamat kentänvoimakkuudet (1-2 = välttävä, 3-5 = tyydyttävä ja 6-9 = hyvä).
5. Testaamisen jälkeen FLSER asetetaan "OFF" -tilaan jolloin tukiasema on valmis normaaliin liikenteen palveluun. Tämän merkiksi "On CARE" teksti poistuu tukiaseman näytöstä.



HUOM! Jos kantama ei riitä ja tarvitaan toistinasemaa, löytyy ohje kantaman testaamisesta FLREP-ohjeesta.

MASTER ID (MID)

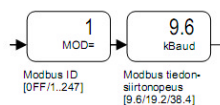
Jokaisella langattomalla verkolla on oma Master ID (MID), jolla tukiasema, toistimet ja lähettimet tunnistavat toisensa. Master ID voi olla 1..63. Teoriassa langattomaan verkkoon voi kuulua yksi tukiasema, 8 toistinasemaa ja 99 lähetintä.

Lähetinten maksimimäärä verkkoalueella riippuu kuitenkin verkon rakenteesta ja laitekannasta.

MODBUS

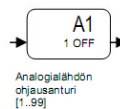
Tukee RS-485 Modbus RTU, 9600/19200/38400 bps, 8 data bits, Parity None, 1 Stop Bit (Maksimissaan 128 laitetta haarassa). Modbus on oletuksena "Off" tilassa.

HUOM! Off-tilalla on vaikutuksia hälytystoimintoihin (Katso HÄLYTYKSET).



ANALOGIALÄHTÖ

Analogialähtö asetetaan tukiaseman ollessa ohjelmointitilassa: Lähettimien mittaustiedot voidaan liittää yhteen tai useampaan tukiaseman analogialähtöön. Ohjelmointitilassa valitaan haluttu analogialähtö [A1...A8] ja [] -näppäimellä lähettimen mittaustieto.

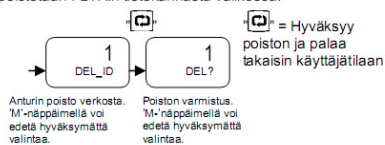


FLTA

TARPEETTOMAN LÄHETTIMEN POISTAMINEN VERKOSTA

Tarpeeton lähetin on ensin otettava langattomasta verkosta irrottamalla sen käyttöjännite tai paristo, sitten FLTA:n tietokannasta sillä muuten se aiheuttaa hälytyksiä.

Lähetin poistetaan FLTA:n tietokannasta valikossa:



HÄLYTYKSET

Hälytyksiä on kahta tyyppiä:

- hälytys (Alarm)
- hälytystieto (kertoo tarkemmin hälytyksen lähteen: Low Battery, Lost)

Hälytys voi aiheutua joko:

- yhteysongelmasta (Tuliasema on menettänyt yhteyden lähettimeen) tai
- pariston vaihtotarpeesta (n. 5 % varauksesta jäljellä).

<p>1. Modbus -väylää käytettäessä hälytykset ovat luettavissa vain Modbusin kautta. Esim. jokaisesta lähettimestä tulee yksilöity hälytys oheisesti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hälytys (Alarm = On) - Paristohälytys (Node 1 Low Battery = On) - Yhteysongelmahälytys (Node 1 Lost = On) <p>HUOM! Hälytys ei näy näytöllä.</p>	<p>1 MOD= Modbus ID [1..247]</p>
<p>2. I/O:n kautta (Modbus liitin 4 B-), jossa 5 V = HÄLYTYS. Tilatieto voidaan edelleen ohjata valvontaan (Esim. Produal RY1-U jännitereleellä).</p> <p>HUOM! Hälytys näkyy näytöllä.</p>	<p>OFF MOD= Modbus ID [OFF]</p>

Hälytykset kuitataan joko Modbusin kautta, tai painamalla painiketta paikallisnäyttötilassa yhtäjaksoisesti > 5 s.

VER.2.2 The controller supports the following Modbus registers and function codes.

Register	Parameter Description	Data Type	Range
FUNCTION CODE 01 - READ COILS			
1	Node 1 DO1	Bit0	On - Off
2	Node 2 DO1	Bit1	On - Off
...	...		
98	Node 98 DO1	Bit1	On - Off
99	Node 99 DO1	Bit2	On - Off
101	Node 1 DO2	Bit4	On - Off
102	Node 2 DO2	Bit5	On - Off
...	...		
198	Node 98 DO2	Bit5	On - Off
199	Node 99 DO2	Bit6	On - Off
201	ALARM	Bit8	On - Off
FUNCTION CODE 02 - READ DISCRETE INPUTS			
1	Node 1 Low Battery	Bit0	On - Off
2	Node 2 Low Battery	Bit1	On - Off
...	...		
98	Node 98 Low Battery	Bit1	On - Off
99	Node 99 Low Battery	Bit2	On - Off
101	Node 1 Lost	Bit4	On - Off
102	Node 2 Lost	Bit5	On - Off
...	...		
198	Node 98 Lost	Bit5	On - Off
199	Node 99 Lost	Bit6	On - Off
201	Node 1 PIR	Bit8	On - Off
202	Node 2 PIR	Bit9	On - Off
...	...		
298	Node 98 PIR	Bit9	On - Off
299	Node 99 PIR	Bit10	On - Off
301	Node 1 DI1	Bit12	On - Off
302	Node 2 DI1	Bit13	On - Off
...	...		
398	Node 98 DI1	Bit13	On - Off
399	Node 99 DI1	Bit14	On - Off
401	Node 1 DI2	Bit0	On - Off
402	Node 2 DI2	Bit1	On - Off
...	...		
498	Node 98 DI2	Bit1	On - Off

FLTA

499	Node 99 DI2	Bit2	On - Off
FUNCTION CODE 03 - READ HOLDING REGISTERS			
34	Coils 16 - 01	16 bit	
35	Coils 32 - 17	16 bit	
...			
45	Coils 192 - 177	16 bit	
46	Coils 208 - 193	16 bit	
47	Spare	16 bit	
48	Spare	16 bit	
49	Spare	16 bit	
50	Node 1 AO1	Signed 16	0,0 ... 10,0 (V)
51	Node 1 AO2	Signed 16	0,0 ... 10,0 (V)
...			
246	Node 99 AO1	Signed 16	0,0 ... 10,0 (V)
247	Node 99 AO2	Signed 16	0,0 ... 10,0 (V)
FUNCTION CODE 04 - READ INPUT REGISTERS			
2	Discrete Inputs 16 - 01	16 bit	
3	Discrete Inputs 32 - 17	16 bit	
...			
32	Discrete Inputs 496 - 481	16 bit	
33	Discrete Inputs 512 - 497	16 bit	
34	Coils 16 - 01	16 bit	
35	Coils 32 - 17	16 bit	
...			
45	Coils 192 - 177	16 bit	
46	Coils 208 - 193	16 bit	
50	Node 1 AO1	Signed 16	0,0 ... 10,0 (V)
51	Node 1 AO2	Signed 16	0,0 ... 10,0 (V)
52	Node 2 AO1	Signed 16	0,0 ... 10,0 (V)
53	Node 2 AO2	Signed 16	0,0 ... 10,0 (V)
... etc ...			
244	Node 98 AO1	Signed 16	0,0 ... 10,0 (V)
245	Node 98 AO2	Signed 16	0,0 ... 10,0 (V)
246	Node 99 AO1	Signed 16	0,0 ... 10,0 (V)
247	Node 99 AO2	Signed 16	0,0 ... 10,0 (V)
...			
248	Node 1 TE	Signed 16	see Note 2
249	Node 1 SP	Signed 16	see Note 3

FLTA

250	Node 1 RH	Signed 16	see Note 4
251	Node 1 FAN	Signed 16	see Note 5
252	Node 2 TE	Signed 16	see Note 2
253	Node 2 SP	Signed 16	see Note 3
254	Node 2 RH	Signed 16	see Note 4
255	Node 2 FAN	Signed 16	see Note 5
	... etc ...		
636	Node 98 TE	Signed 16	see Note 2
637	Node 98 SP	Signed 16	see Note 3
638	Node 98 RH	Signed 16	see Note 4
639	Node 98 FAN	Signed 16	see Note 5
640	Node 99 TE	Signed 16	see Note 2
641	Node 99 SP	Signed 16	see Note 3
642	Node 99 RH	Signed 16	see Note 4
643	Node 99 FAN	Signed 16	see Note 5
	FUNCTION CODE 05 - WRITE SINGLE COIL		see Note 1
1	Node 1 DO1	Bit0	On - Off
2	Node 2 DO1	Bit1	On - Off
3	Node 3 DO1	Bit2	On - Off
4	Node 4 DO1	Bit3	On - Off
	... etc ...		
97	Node 97 DO1	Bit0	On - Off
98	Node 98 DO1	Bit1	On - Off
99	Node 99 DO1	Bit2	On - Off
101	Node 1 DO2	Bit4	On - Off
102	Node 2 DO2	Bit5	On - Off
103	Node 3 DO2	Bit6	On - Off
104	Node 4 DO2	Bit7	On - Off
	... etc ...		
197	Node 97 DO2	Bit4	On - Off
198	Node 98 DO2	Bit5	On - Off
199	Node 99 DO2	Bit6	On - Off
201	ALARM	Bit8	On - Off
	FUNCTION CODE 06 - WRITE SINGLE REGISTER		
34	Coils 16 - 01	16 bit	
35	Coils 32 - 17	16 bit	
	...		

FLTA

45	Coils 192 - 177	16 bit	
46	Coils 208 - 193	16 bit	
			see Note 1
50	Node 1 AO1	Signed 16	0,0 ... 10,0 (V)
51	Node 1 AO2	Signed 16	0,0 ... 10,0 (V)
52	Node 2 AO1	Signed 16	0,0 ... 10,0 (V)
53	Node 2 AO2	Signed 16	0,0 ... 10,0 (V)
	... etc ...		
244	Node 98 AO1	Signed 16	0,0 ... 10,0 (V)
245	Node 98 AO2	Signed 16	0,0 ... 10,0 (V)
246	Node 99 AO1	Signed 16	0,0 ... 10,0 (V)
247	Node 99 AO2	Signed 16	0,0 ... 10,0 (V)

FUNCTION CODE 16 - WRITE MULTIPLE REGISTERS

34	Coils 16 - 01	16 bit	
35	Coils 32 - 17	16 bit	
	...		
45	Coils 192 - 177	16 bit	
46	Coils 208 - 193	16 bit	
50	Node 1 AO1	Signed 16	0,0 ... 10,0 (V)
51	Node 1 AO2	Signed 16	0,0 ... 10,0 (V)
52	Node 2 AO1	Signed 16	0,0 ... 10,0 (V)
53	Node 2 AO2	Signed 16	0,0 ... 10,0 (V)
	... etc ...		
244	Node 98 AO1	Signed 16	0,0 ... 10,0 (V)
245	Node 98 AO2	Signed 16	0,0 ... 10,0 (V)
246	Node 99 AO1	Signed 16	0,0 ... 10,0 (V)
247	Node 99 AO2	Signed 16	0,0 ... 10,0 (V)

FUNCTION CODE 22 - MASK WRITE REGISTER

34	Coils 16 - 01	16 bit	AND 0 ... 0xFFFF
35	Coils 32 - 17	16 bit	OR 0 ... 0xFFFF
	...		
45	Coils 192 - 177	16 bit	
46	Coils 208 - 193	16 bit	

Note 1 Digital Output Coil Node n DOx = On disables (overrides) Analog Output Node n AOx
Digital Output Coil Node n DOx = Off enables Analog Output Node n AOx

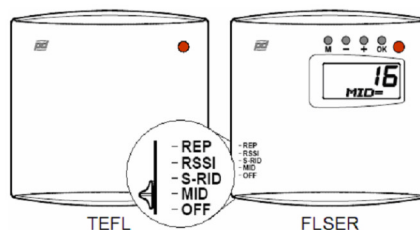
FLTA

Note 2	TEFL and LAFL: TE	Signed 16	0,0 ... 50,0 (C)
	TEUFL and KLUFL: TE	Signed 16	-50,0 ... 150,0 (C)
	RYFL: AI1	Signed 16	0,0 ... 10,0 (V)
Note 3	TEFL: SP	Signed 16	24,0 ... 28,0 (C)
	TEUFL: Uin	Signed 16	0,0 ... 27,0 (V)
	KLUFL: LUX	Signed 16	0 ... 1000 (lux)
	LAFL: LUX	Signed 16	0 ... 2000 (lux)
	RYFL: AI2	Signed 16	0,0 ... 10,0 (V)
Note 4	TEFL and KLUFL and LAFL: RH	Signed 16	0,0 ... 100,0 (%)
	TEUFL and RYFL: not used	Signed 16	0
Note 5	TEUFL: FAN	Signed 16	1 - 2 - 3 - 4 - 5
	TEUF and KLUFL and RYFL: not used	Signed 16	0
	LAFL: PIR	Signed 16	0 (OFF) - 1 (ON)

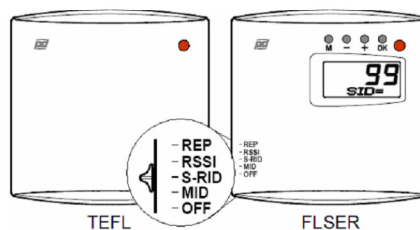
LANGATTOMIEN LÄHETTIMIEN KÄYTTÖÖNOTTO

Langattomat TEFL huonelähettimet soveltuvat huoneilöjen lämpötilan ja kosteuden mittaukseen sekä asetusarvotiedon ja digitaalitiedon tai 5-asentoisen kytkintiedon lähettämiseen. TEFL huonelähettimet otetaan käyttöön langattomasti FLSER käyttöönottoyksikön avulla seuraavasti:

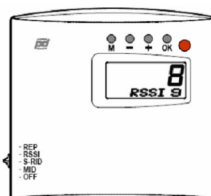
1. Siirrä FLSER käyttöönottoyksikön (kuva alla) kytkin MID (Master ID) asentoon. Valitse haluttu Master ID (MID = 1...63) "+" ja "-" painikkeilla.



2. Siirrä FLSER:in (kuva alla) kytkin S-RID (Sensor/Repeater ID) asentoon. Valitse haluttu SID (1...99) "+" ja "-" painikkeilla ja hyväksy valinta "OK" – painikkeilla, jolloin "WAIT" jää vilkkumaan näyttöön. Nyt on aikaa noin 30 s. liittää lähitin langattomaan verkkoon.



3. Lähitin liitetään langattomaan verkkoon irrottamalla paristo lyhyeksi hetkeksi. Tämän jälkeen vilkkuvat käyttöönottoyksikön ja lähettimen ledit samassa tahdissa 5 kertaa, sekä FLSER näytössä vilkkuu "OK". Lähitin on nyt toimintavalmis.
4. Ledin vilkkumisen jälkeen ilmestyy näyttöön (kuva alla) FLSER:in ja lähettimen välisten signaalien voimakkuus (RSSI = Vastaanotetun signaali-voimakkuuden ilmaisin; 1-2 = välttävä, 3-5 = tyydyttävä ja 6-9 = hyvä). Iso numero kertoo FLSER:iltä ja pieni numero lähettimeltä vastaanotetun signaalin voimakkuuden.



5. Nyt lähitin voidaan jättää suunniteltuun paikkaan ja mennä FLTA tukiaseman luo sekä tarkistaa vielä FLSER:n näytöltä signaalin riittävä taso. Siirrä lopuksi FLSER:n kytkin OFF – asentoon, jonka jälkeen lähitin alkaa kommunikoida FLTA tukiaseman kanssa.